# NUOVA RACCOLTA D'AUTORI, CHE TRATTANO DEL MOTO DELL'ACQUE. VOLUME PRIMO...



# NUOVA RACCOLTA D' AUTORI,

## *CHE TRATTANO*

## DEL MOTO DELL' ACQUE.



### VOLUME SECONDO.







IN PARMA MDCCLXVI.

PER FILIPPO CARMIGNANI.

*Con Licenza de' Superiori.*

# DELLA NATURA
# DE' FIUMI

*TRATTATO FISICO-MATEMATICO*

DEL DOTTORE

DOMENICO GUGLIELMINI

PRIMO MATEMATICO DELLO STUDIO DI BOLOGNA,
E DELL' ACCADEMIA REGIA DELLE SCIENZE,

CON LE ANNOTAZIONI

DI

EUSTACHIO MANFREDI

PROFESSORE DELLE MATEMATICHE,
SOVRAINTENDENTE ALL' ACQUE,
E ASTRONOMO NELL' INSTITUTO DELLE SCIENZE
DI BOLOGNA,
E MEMBRO DELLE REGIE ACCADEMIE
DI LONDRA, E PARIGI.

# INDICE

Di ciò, che si contiene nel secondo Volume.

## DELLA NATURA DE' FIUMI

### DI DOMENICO GUGLIELMINI

DIVISO IN CAPITOLI XIV.

## ANNOTAZIONI
### D' EUSTACHIO MANFREDI
### A CIASCUN CAPITOLO.



# TRATTATO
## DELLA NATURA DE' FIUMI.



## CAPITOLO PRIMO.

### *Della natura de' fluidi in generale, e spezialmente dell' Acqua, e delle di lei principali proprietà, necessarie a sapersi per la perfetta cognizione di questa materia.*



On è possibile a veruno ( per quanto io creda ) il ben intendere la natura dell' acqua, se prima non ha ben capita l' essenza, e la costituzione de' corpi fluidi in generale, atteso il doversi quella, senz' alcun dubbio, connumerare fra questi. Per arrivare adunque a tale notizia, dee ricercarsi prima ciò, che s' intenda sotto nome di corpo fluido, e secondo, ciò, che debba avere realmente, e fisicamente quel corpo, che tale viene denominato, o, che è lo stesso, quale sia la mentale, e quale la fisica idea della fluidità. Per rinvenire e l' una, e l' altra io la discorro

così. Può avvertirsi da ognuno, che i corpi tutti dell' universo si concepiscono dagli uomini secondo l' apparenza o come uno, o come molti; e perciò alcuni vocaboli sono determinati a significar un solo individuo, come *Sole*, *Terra ec.*, ed altri ad esprimere una congerie de' medesimi, come *Esercito*, *Selva*, *Popolo ec.* Benchè però questi ultimi sempre partecipino in qualche modo la ragione dell' unità, non vi è però chi non sappia, non essere questi che moralmente un solo individuo, ma bensì un composto indefinito di molti: non così de' primi, ne' quali si concepiscono dal volgo le parti come unite al suo tutto, insieme continuate, e quasi cospiranti alla formazione di esso; che perciò è concepito come una cosa sola indistinta in se medesima, e distinta da tutte le altre. Quelli però, che non si fermano del tutto nella corteccia delle notizie volgari, apprendono bene, che tutto ciò, che viene loro rappresentato da' sensi sotto specie d' un solo individuo, non è che un rammassamento di parti più piccole, una distinta dall' altra, e che unite insieme concorrono alla costituzione del tutto.

Queste parti componenti o sono così unite una all' altra, che ripugnando all' essere separate, proibiscono, che un altro corpo passi fra esse, o no. Nel primo caso i composti si chiamano duri; e quando fosse tale l' unione, ed il contrasto ad essere separate, che non potesse da verun agente naturale essere superato, si direbbero i composti avere una perfetta durezza; ma perchè non se ne danno di tal sorta, quindi è, che i corpi naturali si chiamano duri rispettivamente più, o meno, secondo la diversa resistenza, che fanno le loro parti ad essere separate; e perciò nel secondo caso, permettendo li corpi naturali, che le loro parti siano separate una dall' altra, ciò può farsi in due maniere, o in modo, che quelle, che restano, non mutino la situazione, e i toccamenti, che hanno fra di se; oppure che in luogo di quelle ne sottentrino successivamente delle altre consimili. I primi si chiamano corpi consistenti, e i secondi corpi liquidi: e perchè può essere, che le parti, le quali restano nel composto, nè ritengano la primiera situazione, nè entrino immediatamente in luogo delle perdute; quindi è, che bisogna aggiugnere una terza affezione, partecipante in un certo modo e della liquidità, e della consisten-

sistenza, che si chiama mollizie, o lentore, siccome i corpi, che la possiedono, molli, o lenti.

Dovrà dunque chiamarsi corpo liquido quello, che essendo considerato come un solo, è permeabile da un altro corpo, in modo però, che il permeante sia sempre circondato dalle parti di esso; cioè a dire che queste concorrano immediatamente a riempire il luogo successivamente lasciato da quello; e questa sarà l'idea mentale idonea a farci distinguere i corpi liquidi da quelli, che non sono tali.

Per maggior intelligenza di che si dee avvertire, che alla liquidità si ricercano due condizioni essenziali; la prima è l'unità della sostanza apparente nel corpo, che si chiama liquido; posciachè manifestandosi esso come una congerie di corpi minori distinti, non così facilmente sarà chiamato dall'universale degli uomini corpo liquido, ma bensì una massa di più corpicciuoli, come si dice de' cumuli di arena, di miglio, e simili, i quali benchè abbiano qualche proprietà di corpi liquidi, nulladimeno non ne partecipano il nome; e ciò nasce, perchè la denominazione, che si dà loro, è propria del componente, che apparisce al senso, e non del composto; ed all'incontro ne' corpi chiamati liquidi il nome si dà al composto, non alla parte componente, che per essere insensibile, non ha avuta la sorte di essere significata con un vocabolo particolare. Di quì nasce, che per la sensibilità, o insensibilità delle parti componenti sono distinti i corpi liquidi dai cumuli, o masse predette, che è una differenza affatto accidentale, e desunta dall'imperfezione de' nostri sensi; mentre per altro non può, che secondo il più, e il meno, distinguersi l'essenza de' primi da quella de' secondi. Pure affine di stare colla significazione comune del vocabolo di *Liquido*, è necessario richiedere in esso, come condizione essenziale, l'unità.

L'altra condizione è, che il liquido sia permeabile, senza però lasciare aperto il luogo del passaggio, che è lo stesso che dire, che il corpo permeante sia sempre circondato, ed abbracciato dal corpo permeato. In questa condizione però vi sono alcune apparenti difficoltà; perchè non potendo succedere il liquido nel luogo abbandonato dal permeante, che per causa di un conato vicendevole, che abbiano tutte le

parti componenti fra loro, supponendo separato da esse questo conato, non potrebbero che seguitare le direzioni de' moti impressi dal permeante, e così in molti casi non succederebbero nel luogo di esso; onde è, che tal composto non dovrebbe più chiamarsi liquido, eppure non pare, che si muti essenzialmente la di lui natura. Ciò però non ostante egli è evidente, che in tal caso non potrebbe esso chiamarsi, che un corpo semplicemente permeabile, poichè in sostanza la liquidità è così connessa col moto, o almeno con la potenza motiva delle parti, che non può, nemmeno dall'intelletto, separarsi da esso. Pare in oltre, che un corpo possa passare per mezzo di un altro con moto così tardo, che sebbene questo non si chiami liquido, nulladimeno però possa sempre tenerlo circondato durante il suo passaggio; ma può dirsi, che non basta, che ciò succeda rispetto ad un grado di velocità nel permeante, ma bensì rispetto a tutti li possibili, e che sia un indizio di lentore, non di una vera liquidità il circondarsi sempre il corpo permeante, quando questo si muove tardamente, non quando si muove più veloce. E sebbene può per lo contrario intendersi tal grado di velocità nel corpo permeante, che non possano immediatamente portarsi ad abbracciarlo le parti del liquido, si dee avvertire, che ciò sarebbe necessario in un corpo perfettamente liquido, ma non negli altri, a' quali s'attribuisce maggiore, o minor grado di liquidità, secondo che più, o meno prontamente le loro parti succedono nel luogo del permeante; e perciò la liquidità anch'essa è un'affezione relativa. Pochi perciò, per non dire nessuno, sono i liquidi, che non abbiano qualche lentore, il quale per appunto si discerne, fra gli altri motivi, anche da quella poca difficoltà, che impedisce le loro parti d'unirsi al di dietro de' corpi, che dentro di essi si muovono.

Vogliono alcuni, che tutte le parti della materia siano gravi, cioè che abbiano un conato intrinseco, o se non tale, almeno originato da una cagione perpetuamente operante, che le spinga verso un punto determinato, il quale si chiama centro de' gravi. Ma altri ammettendo bene, che nel Mondo sublunare la materia tutta sia affetta di questo conato, lo niegano alla materia celeste, alla quale danno alcuni una certa tendenza verso il Sole. Io non voglio entrare quì a decidere questa con-

controversia; ma supponendo almeno come possibile, che la materia non sia tutta grave, bisogna dire, che vi possano essere fra' liquidi altri gravi, ed altri no. I primi, perchè hanno la loro tendenza al centro, che li obbliga ad accostarsi, quanto più ponno, al medesimo, e perciò (trovandosi liberi dagl' impedimenti) a portarsi verso di esso con una maniera di moto, la quale con vocabolo latino si dice *fluxus*, si chiamano perciò specialmente fluidi; ma gli altri liquidi, che non sono stati creduti dagli uomini affetti di gravità, come l'aria, e l'etere, sono stati da' più accurati detti semplicemente corpi liquidi, o spirabili, avendo loro negato il nome di fluidi, perchè gli hanno creduti inetti a fluire. Ciò, che siasi di questa distinzione, io osservo, che tra' fluidi, cioè liquidi gravi, fra' quali annovero l'aria con la comune de' più sensati Fisici, altri sono compressibili, ed altri no; cioè a dire altri ponno da una mole maggiore ridursi ad una minore senza alcuna perdita della propria sostanza, ed altri contro qualunque sforzo mantengono la loro quantità senza accrescerla, o sminuirla, che coll' addizione, o detrazione d' altra materia. L'aria è il solo fluido compressibile, o elastico, che si abbia, per quanto sin ora si sa, nella Natura; tutti gli altri sono incompressibili, come l'acqua, l'olio, il vino ec.; e se bene pare, che alcuno di essi sopporti qualche picciolissima, ed insensibile compressione, ciò probabilmente nasce delle minime bolle di aria, che stanno racchiuse nella tessitura delle parti di esso.

* Ma egli è omai tempo, che dall' idea puramente mentale, che abbiamo portata del liquido, passiamo a darne l'idea fisica, cercando quale sia la natura di esso, idonea non solo a rendere la ragione della prima, ma anche di tutte le altre proprietà, che ne' liquidi si manifestano. Noi abbiamo detto, che il liquido è quello, che è permeabile da un altro corpo, di maniera che il permeante sia sempre circondato da esso; bisogna adunque, che il liquido s'accomodi sempre alla superficie del corpo permeante, ed acciò che questo siegua, è necessario, che le parti di quello siano spinte verso il luogo abbandonato da questo. Tale spinta può essere cagionata o dal moto del medesimo permeante, dal quale (impressa che sia alle parti immediatamente contigue,

* ANNOT. I.

ed

ed oppofte alla di lui direzione ) venga poi comunicata fucceffivamente alle altre, e ribattuta dalle refiftenze trovate, all'indietro, in manierà che fi faccia una circompulfione fino al luogo abbandonato dal mobile, come può fuccedere ne' puri liquidi: o pure può effere originata da qualche principio interno, o univerfale, come dalla gravità, o dalla forza elaftica ne' corpi fluidi. In quefti, comecchè la facilità di accomodarfi alla figura del mobile nafce da uno dei due accennati principj, così è neceffario, che da quefti medefimi derivi una fimile pronta difpofizione di accomodarfi alla figura di un vafo, che li contenga, fenza la refiftenza del fondo, e fponde del quale la muterebbero, fino a figurarfi sfericamente attorno al centro de' gravi, o pure fino a quietarfi in un altro vafo, che li conteneffe. Quindi è, che la fluidità ftrettamente prefa può definirfi, come fece Ariftotele, per una pronta difpofizione, che hanno i corpi di accomodarfi alla figura de' continenti, originata dalla gravità delle parti, che li compongono; e perciò non potendo mutarfi la figura d'un corpo, fenza che le di lui parti mutino fito, ed i contatti vicendevoli, o ftrifciando una fopra l'altra, o ftaccandofi d' infieme, è neceffario, che la conneffione delle parti di un corpo fluido fia o niuna, o così picciola, che la gravità di effe ne poffa prontamente fuperare il momento: dico la gravità, perchè effendo la forza elaftica fempre eguale alla comprimente, ed effendo quefta per lo più la gravità medefima del fluido, o pure potendo equivalere ad effa, poco importa, che fi confideri la forza elaftica immediatamente operante, o pure in luogo di effa il pefo, dal quale la medefima prende la fua poffanza.

Quefto gran diftaccamento di parti ne' fluidi ficcome è evidente, così è ammeffo da tutti i Fifici, li quali ancora convengono, che effo debba effere di maniera, che una particella non poffa ripofare quietamente, e ftabilmente fopra di un' altra, come farebbero due cubi; ma debba ftare in una continua vacillazione, ed indigenza di un foftegno laterale; come fe fi voleffero porre più sfere, o palle d'artiglieria una fopra l'altra, le quali febbene, teoricamente parlando, ponno foftentarfi, fe li punti tutti de' contatti, e i centri di gravità fiano in una linea

retta

retta perpendicolare all' Orizzonte; nulladimeno però per ogni anche menoma cagione, quando non fossero sostenute dalle bande, si sconcerterebbe la loro situazione perpendicolare, e rovinando al basso, cercherebbero qualche sostegno. Non s'accordano però tutti gli Autori in assegnare la causa del predetto distaccamento; poichè altri vogliono, che ne' fluidi vi sia una certa perenne agitazione, che tenga in continuo moto le parti tutte de' componenti di essi; e di fatto per ispiegare la fusione de' metalli, e la liquefazione della cera, e delle resine (che non sono altro, che il passaggio delle dette sostanze dallo stato di firmità, o consistenza a quello di fluidità), bisogna ricorrere al moto impresso nelle parti di esse o dal calore, o da altro; anzi nell' acqua medesima si osservano le vestigia, e gli effetti d' un moto insensibile, come sono la dissoluzione de' sali, e l' estrazione di diverse tinture ec. Altri però hanno creduto non aversi veruna necessità di ammettere questo moto ne' fluidi, mentre la loro natura può egualmente spiegarsi per la sola figura de' minimi componenti, come per la sferica, sferoidea, e simili, le quali non ammettono, per qualunque verso si voltino, il contatto con le vicine, che in un sol punto, o in una sola linea; benchè altri, secondo la diversità de' liquori, abbiano eletta la figura ottaedrica, dodecaedrica, ed icosaedrica, e non sia mancato chi ha creduto, l' acqua essere composta di più cilindri sottili, e flessibili a modo di anguillette, pensando, che con questa, più che con qualsivoglia altra figura, si possano rappresentare e la natura, e le affezioni tutte, che le accadono. Io non voglio farmi partigiano di alcuna delle sopraddette opinioni; ma più tosto cercando di conciliarle, m' appiglio a credere, che de' corpi fluidi se ne trovino di due sorti; altri cioè, ch' io chiamo fluidi artificiali, o più tosto corpi liquefatti, ed altri fluidi naturali, o liquori. I primi non si può negare, che ricevano la loro fluidità da un' agitazione violenta, che sconcerta le parti, e toglie loro quell' unione, la quale per altro affettano, onde al cessare di essa agitazione ben presto ritornano alla primiera coerenza; e questi sono tutti quelli, che all' accrescersi l' energia della causa liquefaciente, sortiscono proporzionalmente maggiore fluidità, e col diminuirsi di quella la vanno perdendo; ma i secondi

ben-

benchè non ſiano mai privi di moto, atteſa la facilità, che hanno dì ubbidire a qualunque impreſſione, mercè il perfetto equilibrio, in cui d'ordinario ſi trovano, ad eſſo però non devono principalmente il loro fluore, ma bensì alla figura delle proprie parti, qualunque ella ſia, purchè dotata di qualche curvità: e queſti ſi diſtinguono da' predetti, perchè mantengono i gradi della propria fluidità in ogni proporzione di moto, che in loro ſi trovi: e ſe vi foſſe qualche fluido, come io credo ve ne ſiano molti, che riconoſceſſe il proprio eſſere dall'uno, e dall'altro degli accennati principj, io mi luſingherei di poterlo diſtinguere dagli altri due coll'oſſervare i gradi della di lui fluidità accreſciuti, o ſcemati, all'accreſcerſi, o ſcemarſi dell'agitazione, ma non in proporzione di eſſa.

Troppo mi dilungherei dall'aſſunto intrapreſo, s' io voleſſi quì moſtrare, che poſſono ſalvarſi colle ſuppoſizioni predette tutti i fenomeni appartenenti alla fluidità, o più toſto valermi de' medeſimi per dimoſtrare la verità de' ſuppoſti: ſolo adunque mi do a riflettere non ricercarſi veruna determinata figura ne' componenti de' fluidi artificiali, potendo la violenza del moto ſuperare ogni momento di coerenza fra' medeſimi, o provenga queſta immediatamente dalla configurazione de' minimi del compoſto, o pure da una preſſione eſterna, che produca effetto maggiore nelle figure terminate da ſuperficie piane, e che hanno fra di ſe maggiori toccamenti; ed in fatti non v'è ſoſtanza, che a forza di fuoco o non ſi diſſolva, o non ſi liquefaccia. Vero è, che un medeſimo grado di moto può rendere fluido una ſoſtanza determinata, e laſciare nella ſua quaſi primiera fermezza un altro corpo, che richiederà un grado di agitazione molto più grande, per eſſer liquefatto; e ciò proviene non dall' efficiente, che ſi ſuppone invariato, ma bensì dalle diverſe circoſtanze, fra le quali ha gran luogo la figura delle parti, ed il modo di combinazione, che hanno fra loro medeſime. Si ricerca bene in tutti li fluidi, che le parti ſtaccate l'una dall' altra ſiano inſenſibili, di modo che non laſcino fra loro apparenti interſtizj; e perciò è neceſſario, che il moto predetto poſſa ſminuzzare in parti ſimili la ſoſtanza del corpo, s'egli deve chiamarſi un fluido, piuttoſto che un cumulo di frangimenti;

ti; siccome fa di mestieri, che le parti sminuzzate conservino fra loro la contiguità, se il corpo si ha da dire liquefatto, e non risoluto in varie sostanze, o in vapori; e perciò non si riducono alla fluidità per forza di fuoco violento, che le sostanze più fisse, quali sono le terree, e le minerali.

Ma ne' fluidi naturali, oltre le dette condizioni, è necessaria una determinata figura, per cagione della quale una parte non possa avere gran connessione colle vicine, quale sarebbe o la sferica, o la sferoidea, o altre simili; poich' egli è certo, che toccandosi queste figure in un sol punto, non ponno avere molto contatto, e per conseguenza nè anche gran connessione di parti. Noi abbiamo detto di sopra, che i cumuli, o masse, per esempio, di miglio, d'arena, di limatura di ferro, e simili, hanno gran similitudine co' fluidi, da' quali non sono differenti forse che nella grandezza delle parti componenti, nella diversa pulitezza delle medesime, e nella condizione della figura più regolare; e perciò vediamo, che simili cumuli tanto più partecipano le proprietà de' fluidi, quanto le granella sono più picciole, più liscie di superficie, e meno angolari; ond' è, che se noi c' immagineremo, per esempio, uno di questi cumuli formato di particelle minutissime, e per conseguenza insensibili, di figura curva, e di superficie ben tersa, di modo che non possa impedire lo strisciamento dell' altre parti sopra di se, noi avremo o un vero fluido, o almeno un esattissimo modello di esso, senza che a renderlo tale concorra alcuna efficienza di moto.

Non occorre affaticarsi molto in cercare diverse figure, secondo la diversità de' fluidi, benchè il numero di essi sia indefinito; perchè, trattandosi di fluidi artificiali, o misti, ogni figura, come si è detto, può soddisfare, potendo la violenza del moto superare quel più di resistenza, che proviene dalla medesima: e per li fluidi naturali egli è certo, che non sono molti, se si prendono nella loro semplicità; e forse fra quelli, che si sanno, non v'è che l'acqua, l'aria, e l'argento vivo. Per gli altri corpi fluidi può bastare o la mistura dell' acqua in sufficiente abbondanza, che li renda tali, o pure quella degli altri fluidi naturali sopra enunciati, dipendendo ogni loro diversità dalla varia mistione, pro-

porzione ec. delle materie o saline, o sulfuree, o terree, o bituminose, o d'altra natura. Basta dunque di determinare la figura delle parti di detti tre fluidi, per intendere la natura della fluidità di tutti gli altri, che da essi la partecipano.

E cominciando dall'acqua, egli è manifesto per testimonio de' nostri sensi, ch'ella è trasparente, e ponderosa, ma non eccessivamente, e di più ch'ella non è compressibile, cioè che non può ridursi per forza esterna in un luogo minore di quello, ch'essa naturalmente occupa, prescindendo dalla rarefazione, e condensazione, che patisce nell'introdursi, e partirsi da quella il calore. Per ispiegare queste affezioni, basta supporre, che le parti dell'acqua siano sferiche: posciachè per quello, che riguarda la fluidità, toccandosi le sfere in un sol punto, egli è evidente, che i contatti saranno indivisibili; e perciò o niuna, o quasi niuna sarà la coerenza delle parti. La trasparenza è facile da spiegarsi col mezzo de' pori, che necessariamente devono lasciare le sfere insieme combinate, i quali saranno disposti in linee sensibilmente rette, non potendovi mai essere altro divario, che il semidiametro di una di dette sferette, ch'è insensibile, e tale, che non potremmo assicurarci con qualsisia diligenza di tirare sopra un foglio di carta una linea ben diritta, che non avesse sinuosità maggiori di quelle, che, in questo supposto, si concepiscono nella rettitudine d'un raggio di luce, che passi per gl'interstizj lasciati da dette sferette: ed in fine l'incompressibilità, ed il peso nasce dalla solidità di detti componenti, e dal non potersi ristringere li pori predetti.

Rispetto al mercurio, è necessario salvare in esso, oltre l'essere di fluido, anche la grande ponderosità, e l'opacità; il che non è così facile da ottenersi. Noi sappiamo, che il peso assoluto de' corpi nasce dalla quantità della materia, che li compone, ed il peso specifico de' medesimi è dovuto al più, ed al meno della materia compresa sotto una mole eguale. Egli è in oltre probabile, ed accettato da' migliori Fisici, che la diafaneità provenga dalla rettitudine de' pori, i quali si trovano nelle sostanze diafane, purchè essi siano permeabili da quella materia, che è il soggetto della luce; e perciò o non avendo un corpo poro

ro veruno, o avendone, se essi saranno disposti in linee sensibilmente obblique, o se pure saranno piccioli a segno, che non possa penetrarvi con libertà la sostanza eterea, che verisimilmente si crede la base della luce, o ch'ella non possa mantenere, durante il passaggio per essi, le agitazioni ricevute dal corpo luminoso, è necessario, che succeda l'opacità. Quindi è, che per ispiegare le accennate affezioni dell'argento vivo, bisogna supporre, che le di lui parti, qualora siano semplici, ed elementari ( come parmi di dovere ragionevolmente asserire ) posseggano tal figura, che non permetta, se non minimi contatti. E perchè tal sorte di toccamento produce per necessità molti interstizj, e pori; perciò non potendosi unire alla natura del fluido omogeneo la loro deficienza, o obbliquità, è necessario, che essi siano picciolissimi, anzi tanto pochi, che il loro difetto basti a supplire alla prevalenza del peso specifico. Tutto ciò mi è paruto potersi ottenere, ponendo, che le parti del mercurio siano di figura sferoidea, ma tale, che il di lei diametro maggiore abbia una grandissima proporzione al minore, il quale debba essere non molto più grande di quello di una particola d'etere; e ciò perchè l'interstizio resti tanto picciolo, che l'etere predetto vi passi sì, ma non con libertà, e che perciò la di lui azione, nella quale consiste l'essenza della luce, o venga a perturbarsi, o resti insensibile. La grandezza del diametro maggiore di esso sferoide serve ad ispiegare la ponderosità di esso, perchè sminuisce il numero degl'interstizj, e per conseguenza dà luogo a maggior copia di materia.

L'unione dell'elastica, o sia compressibilità colla natura del fluido naturale, che si osserva nell'aria, non è stata fin ora sufficientemente spiegata. La maggior parte de' Fisici si accordano nel dire, che l'aria è composta di parti di figura spirale, il che io non negherei; ma non sarei già facile ad approvare la spirale rivoltata intorno ad un cilindro, o pure ad un cono, e molto meno la semplice figura arcuata, perchè tal sorte di figure o contrasta alla fluidità, o non soddisfà appieno alle condizioni dell'elastica. Quindi è, ch'io piuttosto eleggerei una spirale avvolta intorno ad una sfera, di maniera che le distanze delle rivoluzioni fossero permeabili dalla sola materia eterea, che perciò

B 2 potes-

potesse riempire le capacità della sfera medesima. Con tal supposto egli è chiaro, che si spiega perfettamente la fluidità sempre permanente dell'aria; posciachè, siccome un gran cumulo di sferette di filógrana potrebbe dirsi godere qualche sorta di fluidità, così la medesima non può negarsi all'aria, se le di lei parti siano simili ad una di quelle. In oltre è evidente la compressibilità, potendo ognuna delle rivoluzioni spirali sottentrare, o almeno accostarsi al piano della vicina, di maniera che tale sferetta possa comprimersi, e compressa che sia, dilatarsi per la lunghezza dell'asse delle rivoluzioni medesime. E perchè tali compressioni riducono la spirale predetta dalla configurazione di una sfera a quella d'uno sferoide, il quale è capace, egualmente che la sfera, a produrre la fluidità, manifestamente apparisce, che l'aria, compressa, o dilatata che sia, non accresce, o sminuisce l'essere suo di fluido, ma è necessario, ch'ella lo conservi sempre, se pure non vogliamo porre tale la distanza delle rivoluzioni, che possano tutte spianarsi in un cerchio massimo della sfera medesima; nel qual caso pure dovrebbe mantenersi qualche sorte di fluidità.

La predetta figura ha un'affezione particolare, che difficilmente si trova nell'altre ipotesi, ed è, che tale spirale sferica può essere compressa al lungo dell'asse, da qualunque lato riceva ella i conati della forza comprimente, siasi questa o esterna, o fatta dal peso delle parti superiori del medesimo fluido; anzi, se noi vorremo ammettere un moto qualsisia nell'etere, che lo porti a traverso di tutte le sostanze composte ( come, per salvare moltissime apparenze, pare necessario doversi fare ) non sarà difficile nel medesimo supposto trovare la causa della stessa forza elastica; poichè, posto che una forza comprimente abbia così ristrette insieme le rivoluzioni della spirale predetta, che l'etere non possa con libertà passare fra' l'una, e l'altra, di necessità, tentando egli l'entrata, dovrà far forza per allargarle, e scostarle una dall'altra, e questa forza sempre dovrà essere maggiore, quanto più ristrette fra di se saranno le rivoluzioni della spirale. Ecco adunque la causa, per la quale le parti dell'aria, compresse che siano, tentano continuamente di ridursi a mole più grande; nel quale conato consiste la forza elastica.

Per

Per ultimo si manifesta la cagione del poco peso dell'aria, attesa la poca materia, che compone la di lei sostanza, e le grandi vacuità, che per conseguenza risultano non solo tra una sfera, e l'altra, ma anche dentro la corporatura di ciascheduna di esse.

Io ho pensato più volte quale differenza debba porsi fra le parti dell'acqua, e quelle dell'etere, il quale, sebbene è un liquido, che niente si manifesta per se medesimo a' nostri sensi, rende però con i proprj effetti altrettanto chiara la sua esistenza a chi lo risguarda cogli occhi d'una ben purgata ragione. Dopo molte meditazioni finalmente mi sono fermato a credere, che la figura delle parti dell'uno, e dell'altro sia la medesima, e che la differenza tutta, per quello spetta alla materia, sia costituita nella mole di esse, di gran lunga maggiore nell'acqua, che nella sostanza eterea; e per quello, che appartiene alla diversità delle affezioni, consista questa nella varietà de' movimenti, da' quali è agitata l'una, non l'altra sostanza. Se ciò vorrà supporsi, facilmente se ne potrà dedurre, che l'etere, contenuto dentro una mole eguale, per esempio, di un piede cubo, ha meno di materia di quello abbia verun altro corpo, avvegnachè i di lui interstizj, comecchè fatti dalle più picciole figure, che siano fra le parti materiali dell'universo, non possono essere riempiti d'altra materia; e per conseguenza restano vuoti; dove quelli degli altri corpi essendo aperti alla sostanza eterea, non hanno dentro di se altre vere vacuità, che quelle, che restano fra le particole della medesima: ho detto *vere vacuità*, perchè, se devo confessare il vero, non molto mi convincono gli argomenti di Cartesio, con li quali pretende egli di provare l'esistenza d'una sostanza più sottile dell'etere, che riempia tutti gl'interstizj degli altri corpi, chiamata da esso *Primo Elemento*.

Sin quì abbiamo supposto, ma non provato, che le particole de' fluidi siano orbicolari, e precisamente che quelle dell'acqua ( il che è il nostro principale intento ) siano sferiche; ora è necessario darne qualche prova in modo, che non resti luogo di dubitare della verità di tale ipotesi. E perchè delle cose di fatto non si può avere altra evidenza, che quella, la quale nasce o dall'apprensione immediata, come succede

nelle

nella cognizione, che si ha di esse per mezzo de' sensi, i quali nel nostro caso non arrivano a darcela, ovvero dalla coerenza degli effetti sensibili colle idee fisiche formate nell' intelletto per ispiegarli; ci daremo a dimostrare, che, posto che l'acqua sia un aggregato di picciole sferette gravi, devono succedere quegli effetti, che giornalmente s'osservano esser proprj di essa, e degli altri fluidi, che da essa hanno la fluidità. Io suppongo le sferette dell'acqua gravi, senza star a cercare d'onde provenga la loro gravità, perchè tale ricerca è più propria della fisica, o della statica, che di questo trattato. Non si può pertanto negare, che ella si trovi nelle particelle de' fluidi, perchè essendo essi gravi, bisogna, che tali siano per la gravità delle proprie parti, siccome devono la propria mole all' aggregato delle picciole molecole, che li compongono.

Prima però di venire alle dimostrazioni, egli è necessario di premettere alcune definizioni per maggior facilità del discorso. Per fare adunque strada alle medesime, si avverta, che del fluido, del quale abbiamo a parlare, si debbono intendere le parti contigue, e perciò dovendosi toccare, e supponendosi esse sferiche, sarà il contatto in un punto, per lo quale passerà la linea, che connette li centri; supponiamo ora, che si trovino più sfere A, B, C, D, le quali abbiano i centri nella linea A D, questa (1.) si chiami *linea de' centri*, e la serie delle sfere predette si chiami (2.) *linea di sfere*. Due di queste linee contigue, e parallele ponno combinarsi in due maniere, cioè o supponendo, che la seconda linea di sfere sia talmente situata con la prima A D, che l'altra linea de' centri A E stia ad angoli retti con la A D, ovvero supponendo, che faccia colla medesima angoli obbliqui, come A G. Nel primo caso egli è evidente, che le quattro sfere A, B, N, E, faranno spazj quadrangolari; ma nel secondo, comecchè tre sfere concorrono a fare uno spazio, sarà ognuno di questi triangolare, come quello, che è fatto dalle sfere A, G, B. Nell'una maniera, o nell'altra se tutte le sfere avranno i centri in un medesimo piano, (3.) si dica questo *piano de' centri*, e (4.) le sfere tutte *piano di sfere*, il quale (5.) se sarà orizzontale, si chiami *strato*, e questo nella prima combinazione (6.) si nomini *piano*, o *strato retto*, e (7.) nella seconda *strato*, o *piano obbliquo*.

*Tav. 1. Fig. 1.*

So-

Sopra di uno ſtrato ſi ponno intendere parimente ſituate in due maniere le altre sfere, che formano l'altezza di una maſſa di eſſe; cioè ſupponendo prima, che ſopra ogni sfera inſiſta a perpendicolo un'altra sfera, di modo che la linea, che connette il centro della sfera ſuperiore con quello dell'inferiore, ſia perpendicolare alle due A E, A B dello ſtrato retto, ed alle due A B, A G dello ſtrato obbliquo; oppure che inſiſtendo la sfera ſuperiore a perpendicolo ſopra gli ſpazj ( ſiano triangolari, o quadrangolari ) la linea, che congiunge i centri delle sfere ſuperiori, ed inferiori, ſia obbliqua al piano ſottopoſto. Io rigetto la prima maniera, benchè abbracciata dal Ciaſſi, e da Monſieur Varignon, perchè io non ſo darmi ad intendere per qual cagione le sfere del ſecondo ſtrato non abbiano a poſarſi nel luogo più baſſo, che dà loro un appoggio più ſtabile di tre, o quattro sfere di baſe, piuttoſto che nel più alto, ſul quale ſtanno in bilico, poſando ſopra un ſol punto. Aſſumendo adunque, che le sfere del ſecondo piano ſuperiore inſiſtano agli ſpazj laſciati tra le sfere del primo, io oſſervo, che o ſi pongano nel piano orizzontale gli ſtrati obbliqui, oppure i retti, neceſſariamente dee ſuccedere nella maſſa delle sfere il medeſimo modo di combinazione; poichè nell'uno, e nell' altro caſo ogni sfera reſta circondata da dodici sfere, i contatti vicendevoli delle quali laſciano ſpazj, alcuni de' quali ſono triangolari, altri quadrangolari, cioè otto de' primi, e ſei de' ſecondi, come può ognuno oſſervare, facendone la combinazione, e come ſi può anche facilmente dimoſtrare. Credo nulladimeno, che vi ſia qualche cagione, che determini gli ſtrati ad eſſere piuttoſto retti, che obbliqui, e perciò varrommi nelle ſeguenti dimoſtrazioni di tale ſuppoſto, col quale anche meglio, e più facilmente ſi arriva alle dimoſtrazioni.

Si conſideri dunque, che, poſto uno ſtrato retto, ogni sfera ſuperiore, inſiſtente ad ognuno degli ſpazj del piano inferiore, tocca quattro sfere, come la sfera ſoprappoſta allo ſpazio R tocca, e s' appoggia ſopra le quattro L, N, O, P; e perchè ſono poſti intorno ad ogni sfera quattro ſpazj, perciò ogni sfera del piano inferiore, come N, ſarà toccata, e premuta da quattro delle ſuperiori, inſiſtenti agli ſpazj R, S, T, V. Ora o ſia la sfera R premente le quattro sfere predette, oppure la N premuta

da

da altre quattro, connettendo con rette linee li centri della premente, e delle quattro premute, oppure quelli della premuta, e delle quattro prementi, formeranno queste la metà di un ottaedro, posciachè i centri delle quattro premute sono disposti negli angoli d' un quadrato N P, il cui lato è L N doppio del semidiametro, e perciò eguale al diametro delle sfere; e similmente le linee, che da N, L vanno al centro della sfera soprapposta allo spazio R, passando per lo contatto di esse, faranno un triangolo, del quale ognuno de' lati sarà eguale al diametro d' una sfera, cioè al lato N L della base quadrata: sarà adunque un triangolo equilatero, e la figura formata dalle linee connettenti questi centri sarà terminata da un quadrato, e da quattro triangoli equilateri; e perciò sarà un mezzo ottaedro. Nella stessa maniera si dimostrerà, che le linee, le quali congiungono i centri della sfera N premuta con quelli delle quattro prementi, faranno un mezzo ottaedro eguale di lato al predetto, tra' quali non sarà altra differenza, che di sito, essendo in un caso la base N P nel piano inferiore, ed il vertice nel superiore, e nell' altro caso la base T R nel piano superiore, ed il vertice N nell' inferiore. Posto ciò, si vede ben chiaro, che tutte le sfere insistenti agli spazj del piano inferiore formeranno un secondo piano di sfere parallele al primo, le quali vicendevolmente si toccheranno, e che li predetti ottaedri rivoltati colle cime l' una contro l' altra, riempiranno lo spazio, lasciando tra di se interstizj tetraedrici, come è stato dimostrato da noi nelle *Riflessioni filosofiche*. Essendo adunque, che nel mezzo ottaedro l' asse, cioè la linea tirata dal vertice al centro della base, cada ad angoli retti sul piano di essa; quindi è, che la linea perpendicolare verso il centro de' gravi, tirata dal vertice della piramide premente, passerà per lo punto R centro del quadrato N P, e dello spazio R; e similmente la linea tirata dal vertice N al centro del quadrato T R, che si dee intendere nello strato superiore, sarà verticale. E perchè l' asse dell' ottaedro fa col lato di esso un angolo semiretto; quindi è, che la direzione, colla quale la sfera insistente ad R spingerà le sfere sottoposte N, L, P, O, sarà semiretta. Ciò premesso, veniamo alle Proposizioni.

PRO-

## PROPOSIZIONE I.

*Se sarà uno strato retto di sfere, e sopra di uno de' di lui interstizj sarà situata un' altra sfera, premerà questa le quattro sottoposte egualmente sì per la linea perpendicolare, che per l' orizzontale.*

Sia sopra l' interstizio R posta una sfera, la quale, come si è detto, poserà sopra le quattro L, N, O, P: dico, che questa premerà la sfera N colla forza perpendicolare eguale a quella, colla quale la medesima sfera superiore spingerà orizzontalmente la sfera stessa N. Posciachè intendasi, che la sfera superiore sia Y, la quale prema la N con una qualsisia forza, che noi esprimeremo colla linea Y N, e da Y si tiri verso il centro de' gravi la perpendicolare Y R, e per N l' orizzontale N R; è dimostrato dalla scienza meccanica, che la forza obbliqua Y N operi spingendo la sfera N, per la direzione Y N, con due forze, una perpendicolare, l' altra orizzontale, e che queste hanno alla forza Y N la medesima proporzione, che hanno le linee Y R, R N alla Y N; ma Y R è eguale ad R N, essendo l' angolo R Y N semiretto, e l' angolo Y R N retto: adunque la forza, colla quale la sfera Y spinge perpendicolarmente la sfera N, è eguale alla forza, colla quale la sfera N è spinta da Y orizzontalmente; il che ec. *Tav. I. Fig. I.* *Tav. I. Fig. 2.*

### COROLLARIO I.

Di quì ne siegue, che *la forza esercitata dalla sfera Y per la direzione Y N, sta alla forza perpendicolare, o orizzontale* come Y N ad N R, cioè *come il lato dell' ottaedro N O al semidiametro R N del quadrato N P.*

### COROLLARIO II.

Nella stessa maniera si dimostrerà, che *le sfere soprapposte agli spazj S, T, V premeranno ognuna tanto perpendicolarmente, che orizzontalmente la medesima sfera N colla stessa proporzione;* ed essendo che *ognuna di esse spinge obbliquamente con egual forza, stante l' egualità degli angoli delle loro direzioni colla linea verticale*, ne siegue, che

che ancora *le forze così perpendicolari, che orizzontali saranno eguali;* e perciò la sfera N sarà spinta perpendicolarmente verso il centro de' gravi da quattro forze, ognuna delle quali sarà eguale al semidiametro del quadrato T R, e conseguentemente *la forza, colla quale la sfera N è spinta all' in giù perpendicolarmente dalle quattro sfere soprapposte, sarà quadrupla del semidiametro del medesimo quadrato, e dupla del diametro*; e questa sarà anche la misura della forza totale, o momento libero d' una delle sfere.

## Corollario III.

Spingendo adunque le due sfere R, S, secondo le direzioni R N, S N, la sfera N contro gli spazj T, V con due forze orizzontali R N, S N, fra loro eguali, ed inclinate insieme ad angolo retto, se si tirerà per S la linea S O, parallela ad N R, e per R la linea R O, parallela ad N S, si uniranno queste nel centro della sfera O; onde tirata O N, sarà questa la misura della forza, colla quale le due sfere R, S spingono la sfera N per la direzione O N E contro la sfera E, come è dimostrato da' meccanici; e perchè O N è il lato del quadrato, il quale è anche misura della forza obbliqua, ne nasce, che *la forza, colla quale la sfera N è spinta orizzontalmente contro una delle quattro sfere, che la toccano nello stesso strato, sia eguale alla forza obbliqua di una delle quattro sfere soprapposte*. Nell' istesso modo si dimostrerà, che le quattro sfere L, O, B, E sono spinte ognuna contro la sfera N con forza eguale alla forza obbliqua. Ciò si può anche provare, supponendo, che gli spazj T, S, V, R restino senza sfere, che la sfera O sia spinta per O N dalle sfere degl' interstizj M, I, e che la sfera L sia spinta contro N dalle sfere insistenti agl' interstizj H, 4. ec.; le quali forze delle sfere O, L saranno equilibrate da quelle, che, poste le sfere in S, R, V, T, comporrebbero le S, R contro O, e le V, R contro L, ec.; e perciò le due R, S spingeranno N per O N, e le due R, V spingeranno N per L N, ec. Sarà dunque *la sfera N* spinta orizzontalmente con direzioni contrarie da forze eguali, e conseguentemente *starà immobile*, pareggiandosi nel di lei centro le forze prementi.

Corol-

## COROLLARIO IV

Posto dunque, che la sfera N sia spinta per le direzioni O N, L N con forze eguali ad O N, L N, ne siegue, che tirata per O la linea O P parallela ad N L, e per L la linea L P parallela ad NO, concorreranno queste nel centro P; e P N sarà *la forza, colla quale le due sfere O, L spingeranno la sfera N contro lo spazio T;* sarà perciò *questa forza* eguale a T R diametro del quadrato T R, e per conseguenza *sarà la metà della forza totale, o libera di una delle sfere.*

## PROPOSIZIONE II.

*Se sarà uno strato di sfere, e sopra uno de' di lui interstizj sia posta una sfera premente quattro di esse, le quali siano spinte orizzontalmente da quelle, che sono insistenti agli altri spazj con una forza eguale al diametro del quadrato, che è base del semiottaedro, sarà da queste forze unite sostenuta la pressione perpendicolare d'una sfera, ed ognuna la spingerà obbliquamente all'insù, secondo la direzione dell'angolo semiretto, con una forza, che valerà il lato del medesimo quadrato.*

Sia allo spazio R insistente una sfera, la quale spinga obbliquamente le quattro sfere L, N, O, P, le quali all'incontro siano spinte verso R con forze eguali a P N, L O, N P, O L, secondo quello, che si è dimostrato al Corollario IV. della Proposizione antecedente; dico, che queste forze unite saranno bastanti a sostenere il peso totale della sfera R, e che ognuna di esse spingerà all'insù obbliquamente ad angolo semiretto la sfera R con forza eguale al lato del quadrato N O. Posciachè, supposto che N P sia la forza, colla quale la sfera N opera orizzontalmente contro lo spazio R, egli è da notarsi, che questa forza dovendosi esercitare per N P, incontra la resistenza delle due sfere Y, &, la prima superiore, la seconda inferiore alla sfera N, e perciò la forza N P si dividerà nelle due sfere Y, &, spingendole per le direzioni N Y, N &, egualmente inclinate alla linea N P; cioè, come si è dimostrato, ad angolo di gr. 45. Condotta dunque per P la linea P Y

*Tav. 1. Fig. 1.*

*Tav. 1. Fig. 2.*

C 2 paral-

parallela ad N &, e per lo ſteſſo punto P la linea P & parallela a Y N, ſarà la forza di N, eſercitata per l'orizzontale, alla forza di N, eſercitata per le inclinate, come N P a Y N, ed eſſendo N P diametro del quadrato, ſarà Y N il di lui lato; e perciò la forza, colla quale la sfera N, ſpinta orizzontalmente, ſpinge la sfera Y all'insù per la linea inclinata N Y, ſarà commenſurata dal lato del quadrato, baſe del ſemiottaedro. Di più perchè la direzione obbliqua N Y ſi riſolve nell'orizzontale N R, e nella verticale R Y, ſarà la forza, colla quale la sfera N, mediante la forza, e direzione N P, ſpinge insù verticalmente la sfera Y, commenſurata dalla linea Y R; e perchè queſta è la metà del diametro del quadrato, e la forza totale d'una sfera equivale al doppio diametro del quadrato, ne ſiegue, che la forza, colla quale è ſpinta la sfera Y verticalmente da N, ſia un quarto della forza totale d'una delle sfere; e perciò concorrendo a ſpingere in su la sfera Y tre altre sfere, ſarà l'azione di tutte unita eguale alla forza d'una di eſſe, e conſeguentemente tanto premerà al baſſo perpendicolarmente la sfera Y
*Tav. I. Fig. I. 2.* inſiſtente allo ſpazio R, quanto le quattro L, P, O, N, che circondano lo ſpazio medeſimo, ſpingeranno la medeſima all'insù verticalmente; e tanto la sfera Y ſpingerà al baſſo obbliquamente una delle sfere, v. gr. L, quanto la medeſima ſpingerà Y colla medeſima obbliquità all'insù; il che ec.

### COROLLARIO I.

Intendendo adunque, che attorno della sfera N, dalla parte inferiore degli ſpazj T, S, R, V, ſottentrino *quattro sfere*, queſte *ſpingeranno la sfera N all'insù con tanta forza, quanta è quella, colla quale la sfera N ſpinge le medeſime all'ingiù*.

### COROLLARIO II.

Eſſendo adunque, che le sfere ſottopoſte ſpingano obbliquamente all'insù la sfera N con una forza eguale al lato del quadrato, v. gr. V R, ed eſſendo la medeſima sfera N ſpinta dalle quattro sfere orizzontali colla forza medeſima, e ſimilmente dalle quattro inſiſtenti agli ſpazj T, S,

R, V

R, V, ne ſiegue, che *tutte le dodici sfere, che circondano la sfera N, la ſpingano con direzioni centrali eguali fra loro.*

## COROLLARIO III.

E perchè ogni sfera di qualſiſia ſtrato ſottopoſta allo ſtrato ſuperiore può concepirſi e come una delle circondanti alcuna delle sfere, che la toccano, e come circondata da dodici altre, ne ſiegue, che *ogni sfera ſpinga, e ſia ſpinta da tutte le parti egualmente*, e perciò *ſia coſtituita in un perfetto equilibrio.*

## COROLLARIO IV.

E perchè, come ſi è dimoſtrato al Corollario IV. della Propoſizione antecedente, la preſſione orizzontale ſoſtenuta da una sfera per la forza delle ſoprappoſte è eguale alla metà della forza totale, e nell' iſteſſa maniera può dimoſtrarſi, che la forza orizzontale, colla quale è ſpinta la medeſima sfera dalle ſottopoſte, è eguale alla metà della medeſima forza totale; *ſarà tutta la forza, colla quale è ſpinta una sfera orizzontalmente, eguale alla forza totale.*

## COROLLARIO V.

*Ogni sfera* dunque *circondata da dodici sfere ſarà ſpinta perpendicolarmente, verticalmente, ed orizzontalmente con una forza, che equivale al peſo d' una sfera, o di ſe medeſima.*

## PROPOSIZIONE III.

*Le forze, colle quali ſono ſpinte due sfere eſiſtenti in diverſi ſtrati ſottopoſti al primo ſuperiore, ſono proporzionali al numero degli ſtrati ſoprappoſti.*

Noi abbiamo dimoſtrato al Corollario II. della Propoſizione prima, che la sfera N è ſpinta in giù perpendicolarmente da ognuna delle sfere T, S, R, V con una forza, che è la quarta parte della forza totale, o libera d' una di eſſe; adunque la sfera N così ſarà ſpinta al baſſo, come ſe ſopra di eſſa poſaſſe a perpendicolo un' altra sfera, e così tutte *Tav. I. Fig. 1.*

te

te l'altre; e perchè la sfera N è eguale di peso a quella, che si figura posare sopra di essa; premerà dunque essa le sfere del terzo strato con forza duplicata di quella, colla quale essa è premuta, e così tutte le altre: sarà dunque lo stesso o che si considerino le sfere del terzo strato come premute da quelle del secondo, e del primo, oppure come premute solo da quelle del secondo, e col supposto, che le sfere del secondo siano di materia il doppio più grave, e così successivamente: e perchè la moltiplicazione della gravità si dee fare secondo la proporzione del numero degli strati soprapposti, o, che è lo stesso, della distanza dello strato inferiore dal primo, o sia dell'altezza; perciò le pressioni patite dalle sfere de' piani sottoposti staranno fra di loro in proporzione de' numeri de' medesimi, essendo le pressioni proporzionali alla gravità de' pesi prementi. Ma perchè le sfere, che ne circondano un'altra, sono situate in tre strati, si dee dimostrare, che le sfere del secondo, e terzo strato non spingano la sfera di mezzo, che colla forza del primo. Sia la sfera Y situata in qualsisia degli strati inferiori (supponiamo nel 4.°), dovrà ella perciò intendersi come di peso quadruplicato; lo stesso si dovrà intendere di tutte le altre sfere dello strato, nel quale si trova Y; ma perchè alla spinta esercitata per l'orizzontale del centro di Y non aggiugne, nè leva cos' alcuna la gravità della sfera Y, opererà solo il peso triplicato, cioè quello di tre sfere, o de' tre strati superiori. Dovrassi bene considerare la sfera N, premuta dalle sfere de' quattro piani superiori, come quadruplicata di peso, e con tal forza, a proporzione, ella agirà nella direzione orizzontale N P; ma perchè la spinta, che fa contro la sfera Y del piano superiore per la direzione N Y, trova il peso particolare di Y eguale al peso particolare di N nella medesima direzione N Y; perciò il peso proprio di Y detrarrà dalla forza di N il peso proprio di N, o di una sfera mossa per la direzione N Y, e perciò la sfera N spingerà la Y contro quelle degli strati soprapposti con forza eguale a quella, con la quale le sfere superiori premono obbliquamente la sfera Y: essendosi adunque dimostrato, che le pressioni superiori sono proporzionali al numero degli strati soprapposti alla sfera Y, nella medesima ragione saranno anche le pressioni verticali, ed obblique all'insù; e conseguentemente le

*Tav. 1. Fig. 1.*

sfe-

sfere poste in diversi strati patiranno per ogni verso le pressioni, che saranno proporzionali al numero degli strati soprapposti; il che ec.

## COROLLARIO.

Perchè adunque ogni sfera è spinta in ogni parte omologamente con pressioni eguali, e queste sono proporzionali alle altezze degli strati, ne siegue, che per trovare la forza, colla quale una sfera è premuta, o spinta, non occorre considerare che la sola altezza; e perciò *qualunque sia l' ampiezza degli strati, benchè infinita, non si muteranno le pressioni sostenute da ciascheduna delle sfere.*

Fin quì abbiamo supposti gli strati come indefiniti in ampiezza, o piuttosto come superficie sferiche descritte attorno il centro de' gravi, come quelle, nelle quali non vi è bisogno di alcun resistente per impedire, come era d' uopo, lo scostamento delle sfere dagli strati sottoposti a cagione della pressione delle sfere superiori; ma da quì avanti supporremo gli strati circoscritti da' suoi termini.

## PROPOSIZIONE IV.

*Se sarà uno strato di sfere, all' estremo del quale non si trovi alcun resistente, che possa impedire il moto orizzontale di esse, e se sarà soprapposta ad uno degli spazj una sfera, spingerà ella le altre, e scostandole, farassi luogo nel piano, o strato medesimo, nel quale discenderà.*

Sia lo strato di sfere contenuto dalle linee A D, A X, X &, & D, e sopra lo spazio R s' intenda esservi una sfera insistente: dico, che questa discenderà, e farassi luogo fra le sfere N, O, L, P; posciachè essendo dalla sfera R spinte immediatamente le sfere predette con una direzione orizzontale, e con una forza eguale alla linea R O, sarà spinta la sfera O da R verso O: e perchè la sfera O spinge le due F, C per le direzioni O C, O F, per queste medesime linee saranno spinte le sfere C, F, e per la medesima tutte le altre esistenti nelle linee O F, O C. Per la stessa ragione sarà spinta la sfera N per R N, e le sfere B, E per le linee N B, N E, ec. Lo stesso si dimostrerà *Tav. I. Fig. I.*

delle

delle sfere L, P, le quali saranno spinte per le linee R L, R P, e le loro contermine per le linee L Y, P Z; e perchè queste sfere non hanno impedimento veruno, il quale ne meno può nascere dal piano inferiore, che si suppone orizzontale, però le sfere N, L, P, O obbediranno alla pressione della sfera R, e si allontaneranno l' una dall' altra, fin tanto che sia fatto luogo alla sfera R nel piano predetto; il che ec.

### COROLLARIO I.

Egli è dunque impossibile, che una sfera sia sostenuta sopra di quattro altre, ogni volta che le sottoposte abbiano potere di scorrere per lo piano orizzontale, nel quale sono situate, e perciò *un mucchio di sfere affetterà sempre di avere la superficie disposta in uno strato, o sia piano orizzontale, o più propriamente in una superficie sferica, il cui centro sia quello de' gravi*.

### COROLLARIO II.

Ma se *le sfere sottoposte saranno impedite mediatamente, o immediatamente dallo scorrere, potranno esse sostenere una, o più sfere soprapposte, e gl' impedimenti sopporteranno dalle sfere contigue la pressione, che loro è fatta da una, o più sfere insistenti allo strato inferiore*.

### COROLLARIO III.

E perchè le pressioni patite dalle sfere inferiori sono proporzionali all' altezze degli strati superiori; quindi è, che *le spinte fatte dalle sfere contigue alle resistenze contro di queste, saranno proporzionali anch' esse alle altezze degli strati soprapposti*; ond' è, che supposto che tali sfere disposte in più strati siano situate dentro di un vaso, saranno *le diverse pressioni, fatte da dette sfere contro le sponde del vaso, come le altezze degli strati superiori*.

E' però da avvertire, che dovendosi riempire un vaso di sfere, sarà quasi impossibile, che esse siano per appunto tante, quante bastano a compire il numero degli strati, che quello può contenere; e perciò sopra

pra gli ſtrati compiti potrà ſtare qualche numero di eſſe ſituate quà, e là ſopra gl'interſtizj dello ſtrato ſuperiore; ma queſte, trattandoſi di sfere minime, e, per così dire, di punti fiſici, non vanno conſiderate, non alterando in concreto alcuna delle Propoſizioni dimoſtrate. E' anche da notarſi, che *una sfera ſola, ſoprappoſta all' interſtizio d' uno ſtrato, non urta tutte le sfere di eſſo di moto orizzontale, nè gli urti ricevono egual preſſione;* onde perchè ſi verifichi l' aſſerito in queſto Corollario, è neceſſario, che ve ne ſiano tante, quante baſtano a ſpingere tutte le sfere del piano ſottopoſto nella maniera detta ai Corollarj III., e IV. della prima Propoſizione.

## PROPOSIZIONE V.

*Se in un vaſo, le cui ſponde ſiano obblique all' orizzonte, ed inclinate all' indentro, ſiano diverſi ſtrati di sfere, che lo riempiano, tutte le sfere degli ſtrati inferiori ſopporteranno le medeſime preſſioni, che patirebbero, ſe il vaſo aveſſe le ſponde perpendicolari all' orizzonte.*

Per dimoſtrare queſta Propoſizione ſi dee avvertire quello, che abbiamo detto di ſopra al Corollario della Propoſizione III.; cioè che per trovare la preſſione, che patiſce una sfera, non occorre far capitale alcuno dell' ampiezza degli ſtrati, ma ſolo del loro numero, o altezza; e perciò ( qualunque ſia la figura del vaſo A Ç D E H I L B, e quantunque picciola l' apertura della di lui bocca A B ) ſaranno dalle sfere dello ſtrato A B ſpinte al baſſo perpendicolarmente per N M le sfere, che ſi troveranno in eſſa linea; e perchè, mediante queſta preſſione, la sfera M è ſpinta orizzontalmente per la linea M O colla forza medeſima, colla quale è ſpinta perpendicolarmente, come ſi è dedotto al Corollario IV. della Propoſizione II., ſpingerà ella le sfere eſiſtenti nella linea M O colla forza medeſima, non potendoſi perdere, nè accreſcere la ſpinta fatta per l' orizzontale M O; adunque la sfera O ſarà ſpinta mediante la preſſione N M, come ſe ſopra di eſſa foſſero delle sfere ſituate nell' altezza P O; e perchè la ſponda D E reſiſte all' alzamento della sfera O nella ſteſſa maniera, che farebbe l' altezza Tav. I. Fig. 3.

delle sfere P O, eserciterà la sfera O le medesime pressioni, che avrebbe, se sopra di essa fossero le sfere P, O; e perciò potrà spingere all' ingiù, v. gr. per O R colla forza della pressione N M, ovvero P O; ma spingendo per O R colla forza predetta, la pressione anderà aumentandosi secondo il numero degli strati, cioè secondo l'altezza della perpendicolare O S: adunque la pressione fatta in R, ed in S sarà eguale alla fatta dalle altezze N M, O S, oppure dall'altezza P S, che è la medesima, che l'altezza delle sfere nel vaso. Lo stesso si può dimostrare rispetto a tutte le altre sfere situate sul fondo orizzontale H I; il che ec.

Si potrebbe dimostrare questa Proposizione col progresso delle dimostrazioni superiori, mediante la comunicazione delle pressioni, valendosi della figura settima; ma perchè ciò sarà facile a chi àvrà inteso le precedenti, e perchè la dimostrazione addotta non manca della sua forza, non ci tratterremo più sopra di essa.

### COROLLARIO I.

*Supposto che nel vaso predetto sia*, tra le linee costituenti la sponda, *il lato F E orizzontale*, facilmente si dimostrerà nella stessa maniera, *ch'esso patirà le pressioni verticali in proporzione della perpendicolare P T;* posciachè essendosi dimostrato, che la sfera T è premuta dalle altezze N M, O T in quel modo, che sarebbe dall'altezza P T, spingerà ella orizzontalmente per T F, che si suppone nel secondo strato di sfere di sotto la linea E F: adunque quattro delle inferiori concorreranno a spingere all'insù contro il piano F E una delle superiori contigue al piano, e con tanta forza, quanto può fare l'altezza P T: adunque tutte le sfere, che toccheranno la sponda orizzontale F E, la spingeranno all'insù a ragione di detta altezza, come si raccoglie dal Corollario I. della Proposizione II.

### COROLLARIO II.

E perciò *se saranno due vasi A F, D G comunicanti* insieme me-
Tav. I. Fig. 4. diante la parte, o tubo G F, l'uno, e l'altro ripieni di quegli strati di

sfe-

sfere, di che sono capaci, *e se il numero, e l'altezza degli strati del vaso maggiore A F sarà eguale al numero, o all'altezza degli strati del vaso minore D G*, tanta sarà la pressione sostenuta dalle sfere esistenti nel tubo di comunicazione G F, dagli strati del vaso D G, quanta è quella, che ricevono dagli strati del vaso A F; e perciò tanto potranno resistere colla prima alla discesa delle sfere del vaso A F, quanto colla seconda alla discesa delle sfere del vaso D G, e conseguentemente *saranno le sfere del vaso D G in equilibrio colle sfere del vaso A F.*

## COROLLARIO III.

*Ma se le altezze degli strati nell'uno, e nell'altro caso fossero diseguali* ( poniamo la maggiore nel vaso D G ), allora la pressione, che sopporterebbero le sfere poste in G F, sarebbe maggiore da G verso F, che da F verso G: dunque *le sfere G F sarebbero spinte da G verso F, ed entrerebbero nel vaso A F*, spingendo all'insù gli strati nell'altro vaso D G; e perchè all'accrescersi il numero degli strati s'accresce la forza della pressione, e diminuendosi gli strati, si diminuisce la pressione, anderebbe scemandosi la forza della pressione da G verso F, ed accrescendosi la resistenza da F verso G, fino a rendersi eguali; e perchè allora solo ciò succederebbe, quando il numero degli strati nell'uno, e nell'altro vaso si fosse reso eguale; quindi è, che *tanto continuerebbero a passare le sfere da un vaso nell'altro, quanto stasse a farsi eguale il numero de' piani, o delle altezze; ed allora si fermerebbero in equilibrio.*

## COROLLARIO IV.

*Lo stesso succederebbe, se uno de' vasi comunicanti fosse inclinato all'orizzonte*, come N M; perchè essendosi dimostrato, che le sfere in C, M sono così premute, come se avessero sopra di se l'altezza degli strati D C, D M, ne siegue, che trovandosi egual numero di strati sì in N M, che in D G, ed A F, s'equilibreranno egualmente con quelle, che sono in D G, o in A F.

## COROLLARIO V.

Effendofi dunque dimoftrato, che le sfere, che toccano il fondo orizzontale di un vafo irregolare, lo premono ognuna in ragione dell'altezza degli ftrati, qualunque fia la figura del vafo, ne fiegue, che *il fondo* predetto, v. gr. *H I, farà così caricato, come fe fopra di effo vi foffero tanti ftrati eguali, quanti ponno concorrere a formare l'altezza*; cioè come fe il vafo aveffe la figura di un prifma retto di eguale altezza a quella del vafo irregolare, e fu la medefima bafe.

Tav. I. Fig. 3.

## COROLLARIO VI.

Lo fteffo fuccederebbe, *fe il vafo aveffe il fondo ftretto, e nell'avanzarfi all'alto s'allargaffe*, come A B C D; pofciachè tirata la linea C E verticale, tanto farebbe premuta la sfera C, quanto portaffe l'altezza E C; ed il fimile fi dica delle altre sfere fino a B: dunque il fondo B C fopporterebbe la preffione delle sfere, che lo toccaffero ognuna a mifura delle altezze; e perciò *il fondo fofterrebbe tanto pefo, quanto può effere contenuto da un prifma, la cui bafe foffe il fondo B C, e l'altezza B F*.

Tav. I. Fig. 5.

Da tutte le Propofizioni fin ora addotte, e da altre, che potrebbero aggiugnerfi per dimoftrare co' principj fifici, e colla fcorta della Meccanica tutte le Propofizioni dell'Idroftatica, può bene vedere ognuno, che abbia qualche pratica della natura de' corpi fluidi, che tutto ciò, che fi è detto d'una delle sfere, che compongono uno ftrato, s'adatta precifamente ad ogni punto fifico, o gocciola di un fluido; poichè d'ognuno d'effi è certo, e ricevuto come principio dagl'Idroftatici: (1.) che non pefano, che fecondo le altezze: (2.) che le loro impreffioni ricevute dal pefo delle parti fuperiori fi efercitano per ogni verfo, come in una sfera: (3.) che quefte impreffioni fono eguali in qualfifia direzione: (4.) che fono proporzionali alle altezze medefime: (5.) che le fuperficie loro più alte fi difpongono in un piano orizzontale, o in una fuperficie sferica circa il centro de' gravi: (6) che ne' vafi comunicanti formafi l'equilibrio per la fola altezza del fluido, e perciò poca quantità di un fluido

do può equilibrarsi con qualsisia quantità d'un fluido omogeneo a se medesimo, purchè le altezze siano eguali: (7.) che il peso, col quale un fluido carica il fondo d'un vaso ( di qualunque figura egli sia ) è eguale a quello di un prisma retto di esso, di base eguale al fondo, e della medesima altezza ec., affezioni tutte, che s'osservano ne' fluidi, e si sono dimostrate dover succedere ne' cumuli delle sfere. E perciò ( se può dedursi alcuna cosa dalla coerenza d'una ipotesi col fatto ) bisogna asserire, che la costituzione de' corpi fluidi, da noi supposta, o sia affatto conforme al vero, o ne abbia almeno tutta quell'apparenza, che può desiderarsi nelle cose della natura; onde crediamo di poter continuare senza scrupolo a valerci de' medesimi principj, per dimostrare una Proposizione, che è il fondamento di quasi tutta la scienza del moto delle acque, e della misura del corso delle medesime.

Noi abbiamo detto, annoverando poco di sopra le affezioni più principali de' fluidi quiescenti al numero 4., che le pressioni o sostenute dalle parti di un fluido, o esercitate dal medesimo contro le sponde di un vaso resistente, sono fra loro in proporzione delle altezze di esso sopra le parti premute; la quale Proposizione è stata riscontrata per vera ultimamente, anche medianti più esperimenti fatti dal Sig. Dottore Geminiano Rondelli, Professore Matematico nell'Accademia Esperimentale, che fanno l'onore di adunare in mia casa alcuni de' più qualificati Professori di questa celebre Università, delle fatiche de' quali spero, che a suo tempo debba vederne il Mondo Letterato preziosi frutti in avanzamento della Fisica, della Medicina, e delle Matematiche. Detta Proposizione ha fatto credere a molti abilissimi Matematici, che anco le velocità, che hanno le acque nell'uscire da' fori, o dalle fistole aperte nelle sponde de' vasi, dovessero avere la medesima proporzione delle altezze; asserzione, che non è conforme all'esperienze fatte, e riferite dal Torricelli, dal Mersenno, dal Baliano, e da altri, e che io per accertarmene ho voluto replicare nella maniera, che ho distintamente riferita nel Lib. II. *della Misura dell' Acque correnti*, dalle quali costantemente apparisce, che dette velocità non sono come le altezze, ma bensì in proporzione dimidiata delle medesime.

Per

Per far vedere dunque, che la prima Propofizione non ha relazione colla feconda, fi offervi, che la caufa, per la quale i gravi premono un piano fottopofto, è bensì la loro gravità, e la fteffa è cagione, che i medefimi, levato che fia loro il foftegno, difcendono verfo il centro; ma d'altra maniera fi dee difcorrere de' conati, che il grave efercita contro le refiftenze, e de' gradi di velocità, per li quali egli paffa nel difcendere. Egli è ben vero, che un corpo di doppio pefo tenta con doppia forza di fuperare le refiftenze, e perciò premerà al doppio una tavola fottopofta; di modo che fi può con verità afferire, che tali conati, sforzi, o preffioni fono in proporzione de' pefi; ma non perciò fi deduce bene, che un corpo doppio di pefo debba difcendere con doppia velocità verfo il centro de' gravi, effendo certiffimo, che, prefcindendo dalle refiftenze, tutti i gravi difcendono da altezza uguale in tempi uguali, come ha moftrato il Galileo *ne' Dialoghi*. Quindi è, che il diverfo pefo de' corpi non produce differenti velocità; e perciò il diverfo pefo del fluido può bene introdurre diverfa preffione, ma non diverfa velocità. Che fe alcuno voleffe porre in campo la differenza, ch'è tra' corpi fluidi, e folidi, oltre ciò, che abbiamo detto nelle noftre *Epiftole Idroftatiche*, potrebbe convincerfi coll'efperimento feguente, che meglio d'ogni altro s'applica alla prefente materia. Sia il vafo A B C D, il quale abbia nel fondo il foro D, e ferratolo col dito, fi riempia il vafo di mercurio fino all'orizzontale A B; dipoi aperto il foro D, fi mifuri, mediante un pendolo, il tempo, che fpende il mercurio nell'ufcire tutto dal vafo. Empiafi poi il medefimo vafo di acqua fino alla mifura predetta, e parimente fi lafci votare, offervando il tempo; e fi troverà, che nell'uno, e nell'altro cafo i tempi del votarfi faranno fenfibilmente eguali; ed io poffo afferire di propria fperienza, che in poco più di cento vibrazioni di un pendolo ben corto, col quale mifurai l'ufcita, prima del mercurio, indi dell'acqua, non trovai altra differenza, che d'una, o due vibrazioni più nel ufcita dell'acqua, che del mercurio. * Se dunque il maggior pefo ne' fluidi prementi cagionaffe, ficcome maggior preffione, così maggiore velocità nel moto, farebbe ftato neceffario, che il mercurio, il quale è circa tredici volte, e mezza

*Tav. 1. Fig. 6.*

* ANNOT. II.

za

za più grave in ſpecie dell'acqua, foſſe uſcito con velocità 13. volte in circa maggiore di quella dell'acqua; e pure è ſtata la medeſima, riſpetto tanto all'uno, che all'altra: ed in ciò non può ricorrerſi agli sfregamenti, che patiſce il fluido nell'uſcire dal foro D; perchè oltre che queſti ſono i medeſimi nell'uno, e nell'altro caſo, non ponno eſſi detrarre tanto dalla velocità del mercurio; e perciò producendoſi le medeſime velocità, non oſtante che i peſi, e per conſeguenza le preſſioni ſiano tanto differenti, egli è evidente, che i fluidi poſti in moto hanno le loro velocità regolate da altro principio; e che però di eſſe ſi dee in altra maniera diſcorrere, come apparirà dalla ſeguente dimoſtrazione.

## PROPOSIZIONE VI.

* *Se un vaſo ſarà pieno di sfere, e nel fondo di eſſo ſia un foro, per lo quale poſſano uſcire con libertà alcune di eſſe sfere, e che il ſito laſciato dalle sfere, che eſcono, venga riempiuto da altrettante, aggiunte nel tempo medeſimo al di ſopra, dimodochè il vaſo reſti ſempre pieno, uſciranno eſſe dopo qualche tempo colla ſteſſa velocità, come ſe foſſero diſceſe da tanta altezza, quanta è la diſtanza dello ſtrato superiore dal foro.* * ANNOT. III.

Siano nel vaſo A B C D ſituate le sfere G, H, I, M, X, N, ec., e s'intenda nel fondo B C aperto il foro E F, il quale ſubito che ſarà aperto, egli è certo, che la sfera G, trovandoſi ſenza ſoſtegno, diſcenderà perpendicolarmente verſo il centro, come farebbe, ſe ella foſſe cinque volte più grave del ſuo peſo naturale; il che, come ſi è detto, non accreſce le velocità; giunta dunque che ſarà la sfera col ſuo centro G nel punto L, avrà la velocità corriſpondente alla caduta G L; e perchè cadendo la G, manca il ſoſtegno alle sfere H, I, una di eſſe diſcenderà nel luogo di G, o pure vi ſarà ſpinta la sfera M, mediante la preſſione di N, che le è ſoprappoſta; nel qual caſo ſuccederà lo ſteſſo, che della sfera G; ma finalmente biſognerà, che levato il ſoſtegno a qualche sfera dello ſtrato immediatamente ſuperiore, diſcenda anch'eſſa verſo E F; e perciò arrivata che ſia col ſuo centro in *Tav. I. Fig. 7.*

L,

L, avrà la velocità competente alla caduta H O, e nell'istesso tempo si moverà verso E F qualche sfera del piano più alto P Q, discendendo o per la perpendicolare R L, o per le inclinate Q G, P G; e nell'uno, e nell'altro caso, arrivate ad L, avranno la velocità competente alla caduta R L, e così delle altre fino alla sfera S superiore; nel qual caso la velocità nell'arrivare ad E F sarà quella della caduta S L; dunque la velocità, colla quale le sfere dopo qualche tempo usciranno dal foro E L, sarà quella, che avrebbero, se dallo strato superiore fossero cadute fino al luogo del foro. Che se s'intenderà, che in luogo di quelle, che vanno uscendo dal foro E F, ne siano successivamente somministrate delle altre, dimodochè si mantenga sempre lo strato superiore nell'orizzontale V S, continueranno le sfere ad uscire colla velocità dovuta ad una caduta, che sia eguale all'altezza di esse sfere; il che ec.

Si può questa verità dimostrare in altra maniera; poichè diasi, che nel primo tempo escano dal foro E F quante sfere si vogliano; sarà dunque necessario, che dal piano superiore V S ne discendano altrettante ad occupare il luogo, lasciato pure da quelle del secondo piano per sottentrare nel terzo, e così successivamente; adunque nel primo tempo la velocità sarà la dovuta alla caduta da un piano in un altro. Nel secondo tempo dunque o discenderanno le medesime dal secondo verso il terzo piano, o no: se discenderanno, dunque nel secondo tempo anderanno accelerando il loro moto in ragione della caduta; se non discenderanno, percuoteranno le sfere sottoposte del secondo piano, comunicando loro quel grado di velocità, o quella quantità di moto, che hanno acquistata per la caduta dal primo; e questo grado di velocità, o quantità di moto si comunicherà rivoltandosi orizzontalmente, fino a toccare quella sfera del secondo piano, che dovrà discendere verso il terzo; adunque questa riceverà tanto di velocità, quanta è l'acquistata per la caduta dal primo piano; sarà dunque lo stesso, come se ella fosse realmente caduta dal primo piano; continuerà dunque nell'istesso modo la discesa, accelerando il moto comunicato. Così successivamente discorrendo si proverà, che nel tempo che una sfera sarà caduta dall'alto del

vaso

vaso fino al luogo del foro, le sfere, che sottentreranno in esso ( o siano realmente cadute dal piano superiore senza ostacolo, oppure siano levate dagli strati inferiori, e spinte verso il foro ) nel giugnervi saranno affette di una velocità, ch'è dovuta alla caduta dal piano superiore. Usciranno dunque col medesimo grado di velocità, e mantenendosi l'altezza, continueraffi la medesima velocità; il che ec.

### COROLLARIO I.

Da questa dimostrazione apparisce, *che nel principio dell'uscita le sfere non escono con tanta velocità, quanto dopo, e che questa va successivamente accrescendosi sino ad arrivare a quel grado, che è proprio della caduta dall'altezza sopra il foro*; e finalmente che *il tempo di questo acceleramento è tanto, quanto si richiede alla caduta dallo strato superiore sino al foro, che in poca altezza è insensibile*.

### COROLLARIO II.

E perchè le velocità acquistate per la caduta sono fra loro in proporzione dimidiata delle altezze; ne siegue, che * *le velocità, colle quali le sfere escono da' fori sottoposti allo strato superiore, sono tra loro in proporzione dimidiata delle altezze, come s'osserva appunto ne' getti d'acqua*.

* ANNOT. IV.

### COROLLARIO III.

Essendo che le velocità acquistate per la caduta, se, dopo di questa, si rivoltino per qualsisia altra linea, non perdono, nel punto del rivolgersi, il loro grado, ne siegue, che * *se i fori saranno orizzontali, o verticali, o inclinati, come si voglia, le velocità dell'acqua, che esce per essi, saranno tra loro pure in proporzione dimidiata delle altezze*.

* ANNOT. V.

Monsieur Mariotte, il quale con una somma diligenza ha fatte, circa i movimenti dell'acque, una gran quantità di esperienze, trova, che in materia di questi getti, le prime goccie, che escono da' fori, hanno una velocità molto minore di quella, che s'acquista dopo qualche poco di tempo; il che è conforme a ciò, che nelle sfere abbiamo poco di so-

pra dimostrato: ed in fatti egli è evidente, che, se dal vaso A B C D pieno d'acqua s'intenderà levato tutto ad un tratto il fondo B C, l'acqua, immediatamente superiore ad esso, comincierà a discendere al basso, e nello stesso tempo sarà seguitata da quella, che è nella superficie; ma questa velocità nel primo tempo sarà molto minore, che in quello, nel quale la parte superiore dell'acqua sarà discesa alla linea orizzontale, che prima era occupata dal fondo del vaso.

Io stimo superfluo di avvertire in questo luogo, che le dimostrazioni sin ora addotte suppongono una perfetta astrazione da tutte le resistenze, e coefficienze, che ponno far alterare qualche poco la loro verità; e perciò malamente opporrebbe chi per provare non esser vero, che i liquori spianino la loro superficie orizzontalmente, adducesse l'esperimento di una goccia d'acqua, che posta sopra una tavola, o sopra una foglia di cavolo, colmeggia; ovvero che ne' cannellini sottili l'acqua ascenda più che ne' più ampj, ed altre simili; poichè egli è certo, che queste diversità dipendono da altre concause, e circostanze, non dal solo peso, e fluidità dell'acqua, che sono le radici del moto dell'acque de' fiumi, circa il quale si devono aggirare principalmente le nostre considerazioni nel presente Trattato.

# CAPITOLO SECONDO.

## *Dell'origine de' Fonti naturali.*

NOi vediamo per esperienza, che dalla superficie della terra scaturiscono in molti luoghi le acque, altre delle quali stanno racchiuse in luoghi, o cavità particolari, che si chiamano vasche, o catini, ed altre sormontando le sponde di essi, s'incamminano a qualche parte, o perdendosi dentro poco spazio nel terreno, se esse sono scarse, oppure incamminandosi all'unione di altre simili, se sono più abbondanti; dalla qual unione se ne formano ruscelli, e da questi insieme uniti i fiumi. Quindi non sarà fuori di proposito ricercare l'origine di quest'acque, che si chia-

chiamano ſorgenti, o fonti, e dedurne l'origine de' fiumi per fondamento delle ſuſſeguenti conſiderazioni.

Sopra queſta materia hanno i Filoſofi diverſamente conghietturato; poichè altri hanno creduto, che i fonti abbiano origine dalle ſole acque piovane, ed altri, che il mare ſi quello, che ſomminiſtri la materia a queſte ſcaturigini. I Signori dell'Accademia Reale delle Scienze, inſtituita a Parigi da Luigi il Grande, hanno fatte moltiſſime oſſervazioni per decidere ſimile queſtione, e ſeguitando l'avviſo del Padre Cabeo, e del Wreno, hanno cercato i Signori Perault, Mariotte, Sedileau, e de la Hire di aſſicurarſi della quantità dell'acqua, che cade dal Cielo in un anno, ſiaſi in pioggia, o in neve, per paragonarla dipoi a quella, che corre dentro gli alvei de' fiumi al mare; ed oſſervando gli ultimi due, farſi anche una grande evaporazione tanto dall'acqua medeſima, quanto dalla terra bagnata, hanno nello ſteſſo tempo oſſervata la quantità dell' acqua, ch'è ſvaporata negli anni medeſimi.

* Il Sig. Mariotte fece fare da un ſuo amico l'oſſervazione a Dijon, e da eſſa determinò, che la quantità dell'acqua caduta in un anno foſſe di once 17. di altezza; il Sig. Perault l'oſſervò di 19. in circa; con che s'accordano gli eſperimenti replicati dei Signori Sedileau, e de la Hire, computando un anno per l'altro; poichè nell'anno *1689.* l'acqua delle piogge fu quaſi once *19.*, nel *1690.* once *23.*, nel *1691.* once 14. $\frac{1}{2}$, e nel *1692.* once 22. $\frac{1}{2}$. * Ma quello, che vi è di più conſiderabile, ſi è, che la quantità dell'acqua ſvaporata ſopravanza di gran lunga quella delle piogge, determinandola il Sig. Sedileau once 32. $\frac{1}{2}$ per anno; ond'è, che * ſebbene dalla terra bagnata non iſvapori tant' acqua, quanta dall' acqua ſola; nulladimeno non ſi può aſſai accertare, che l'acqua piovana baſti per mantenere tutti i fiumi, ſenza l'ajuto di quella del mare. * Il medeſimo Sig. Sedileau, *nelle Memorie dell'Accademia Regia dell'anno 1693.*, ſervendoſi della portata di diverſi fiumi determinata, per eſtimazione in proporzione del Po, dal P. Riccioli al lib. 10. *della ſua Geografia riformata*, calcola, che molto più acqua ſia portata da' fiumi dell'Inghilterra, dell'Irlanda, e della Spagna al mare, di quella poſſano provvedere le piogge, ſenza conſiderare la copia

* ANNOT. I.
* ANNOT. II.
* ANNOT. III.
* ANNOT. IV.

pia dell'evaporazione, che fuccede in un anno in tutta l'ampiezza di que' Regni; il che cagionerebbe tanto maggior differenza: e benchè ragionevolmente fi poffa credere, attefa la difficoltà, che porta feco la mifura dell'acque correnti, non affai ben conofciuta al tempo, che viveva detto Padre, che le di lui eftimazioni fiano molto lontane dal vero (tanto più che i fiumi non portano fempre egual corpo d'acqua in tutto il tempo dell'anno, ed è affai difficile il trovarne il mezzo aritmetico); nulladimeno non può effere tanto il divario, confiderata che fia l'evaporazione ec., che refti alterata la verità della confeguenza, ch'egli ne deduce. * S'aggiugne, che molti fono i fonti, che fenfibilmente non s'alterano dall'Eftate all'Inverno, o almeno non a proporzione della quantità delle piogge, che cadono; e che altri fono fituati nelle cime de' monti altiffimi, e fcaricano in tutto l'anno copia d'acqua molto maggiore di quella, che ne' fiti più alti di quel contorno cada dal Cielo, come mi afferì di aver offervato nelle Alpi, due anni fono, nel fuo ritorno in Italia, il Sig. Gio: Domenico Caffini (foggetto, il cui folo nome vale per un elogio intero), ed io pure ho veduto in diverfi luoghi, e particolarmente nelle montagne, che dividono lo Stato di Milano da quello de' Svizzeri, e Valefani. Si trovano anche diverfe fontane, che ne' tempi più fecchi dell'Eftate profondono l'acqua in maggior abbondanza, che ne' piovofi, e nell'Inverno; * oltrechè fi fa, che l'acqua delle piogge, e delle nevi non s'infinua regolarmente, che pochi piedi fotto la fuperficie della terra, fcorrendone una gran parte, duranti le piogge più impetuofe, ed il gran disfacimento delle nevi, per lo declive de' monti, e per lo dolce pendìo delle pianure, fenza entrare in minima parte dentro de' pori della terra.

* ANNOT. V.

* ANNOT. VI.

Non fi può pertanto negare, che le acque piovane non contribuifcano molto a far accrefcere quelle delle forgenti, poichè manifeftamente fi vede, che ne' tempi più aridi molte di effe s'illanguidifcono, ed al contrario dalle piogge ricevono il nutrimento, e vigore. Quindi è, che le acque de' fonti medicinali nelle ftagioni piovofe perdono, o fminuifcono la loro virtù, anzi in vece di effere profittevoli, fi rendono nocive. * Ma che l'acqua tutta de'

* ANNOT. VII.

de' fonti non riconosca altra origine, che dal Cielo, questo è quello, che non pare s'accordi assai bene nè colla ragione, nè coll'esperienza, non solo per li motivi sopra addotti, ma per altri molti, che portano l'Erbinio nel libro eruditissimo *de Cataractis*, ed il dottissimo Signor Bernardino Ramazzini nel suo giudiciosissimo trattato *de fontium Mutinensium admiranda scaturigine*.

Quelli poi, che hanno pensato derivare i fonti dal mare, non si sono punto accordati nel descrivere la maniera, con che le acque marine ascendano alle cime de' monti; poichè * altri credendo, che la superficie del mare sia più alta di qualsivoglia altissimo monte, hanno detto, ciò farsi per la sola legge dell'equilibrio; ma vacilla il supposto, come ripugnante alla ragione, ed al senso. Altri hanno indotta una circolazione perenne, comandata da Dio nella creazione dell'Universo; il che si ammette; ma per non crederla un perpetuo miracolo, è d'uopo cercare la causa, che la promuove, e mantiene; onde è, che alcuni hanno avuto ricorso ad una facoltà attrattiva della terra, per mezzo della quale sian tirate le acque dal basso all'alto; ma questa, oltre l'essere impercettibile, non si vede per qual motivo debba cessare, nel permettere che fa il corso dell'acque per gli alvei, che le portano al basso. Altri perciò hanno posta in campo una forza di pulsione fatta da' flutti, e reciprocazioni dell' acque sotterranee, o da' venti racchiusi, e compressi nelle caverne de' monti alla maniera, che si formano le fontane pneumatiche; ma queste cagioni non sembrano di tanta energia, quanto basta per ispingere l'acqua fino a quella misura, alla quale in fatti sono elevate le cime di alcuni monti sopra la superficie del mare.

* ANN. VIII.

* Ha l'ingegnosissimo Descartes apportata un'opinione, forse la più probabile, e la più prossima al vero. Suppone egli, che la terra sia presso che tutta cavernosa, principalmente nelle viscere de' monti (proposizione, che non ammette dubbio veruno, tanti sono i riscontri, che se n'hanno nell'osservazioni della terra): che di dette concavità le più basse abbiano commercio o mediato, o immediato col mare, cioè a dire che il mare vi si porti dentro senza alcun ostacolo, e senza mutare

* ANNOT. IX.

tare

tare la qualità delle ſue acque; o pure che queſte paſſando per qualche iſtmo intermedio di ſabbia, o di ghiara, o di argilla, o di tufo, depongano le materie eterogenee ne' loro colatoj, ed entrino più purgate, e più pure nelle cavità della terra. E' poi certo, che queſta poſſiede nelle ſue viſcere un calore aſſai ſenſibile ( ſia eſſo originato o da' fuochi ſotterranei, o d' altronde, poco importa ) in maniera, che molte volte ſi vedono ſcaturire dalla terra acque così calde, che non ponno eſſere tollerate dalla mano. Siccome dunque ſi vede agire il calore del Sole nelle acque, che ſi trovano ſopra la terra, o nella di lei ultima croſta, ſminuzzandole in vapori, e facendole aſcendere ad una conſiderabile altezza nell' aria; così egli è probabile, che il calore interno della terra faccia ſvaporare le acque contenute nelle caverne inferiori, e che i vapori a poco a poco aſcendano, finchè, o ſminuendoſi l' azione del calore, o conglomerandoſi, ed unendoſi a forza di un reſiſtente ( quale è creduta comunemente la denſità, e freddezza de' ſaſſi ) degenerino in gocce, e vadano a colare in qualche ricettacolo, dal quale finalmente per le vene della terra ſi portino alle proprie ſcaturigini. In queſto paſſaggio non è difficile a comprenderſi, che i ricettacoli ſuperiori, cioè più vicini alla ſuperficie della terra, poſſano altresì ricevere l' acque delle piogge, e delle nevi inſinuate sì per li meati delle terre più poroſe, sì per le fiſſure de' ſaſſi, che ſervono di fondamento al terreno; onde quanto ſono più frequenti, e copioſe le piogge, tanto più creſce l' acqua ne' ricettacoli ſuperiori della terra, che più in conſeguenza ne ſomminiſtrano a' fonti. Queſti recipienti ponno eſſere o uno, o molti per grado diſpoſti nelle loro altezze; e non ſolo ſi ponno intendere per cavità, o vaſi, che contengano qualche copia d' acqua unita, ed ammaſſata in un luogo medeſimo; ma anche per una ſoſtanza terrea, e poroſa, che s' imbeva, riceva, e tramandi gli umori acquoſi o per nuova eſalazione alle parti più alte, o pure per inſinuazione alle parti più libere, o vote, o aperte all' aria, come ſono le vaſche, o crateri delle fontane. Il che poſto, non credo, che poſſa immaginarſi alcun accidente circa la natura delle ſorgenti, che non ſi poſſa eſattiſſimamente con la predetta ſuppoſizione ſpiegare; onde intieramente acquietandoci in eſſa, paſſeremo a dedurne l' origine de' fiumi.

Egli

Egli è certo, che tutta l'acqua, che corre dentro gli alvei de' fiumi, ha origine immediata o da' fonti, o dalle nevi liquefatte, o dalle piogge. Sotto nome di fonti in questo luogo comprendo anche i laghi, stagni, o paludi, se queste non abbiano il loro essere dall'influsso de' fiumi, o rigagnoli, o altr'acque sopratterranee, ma bensì dalle sole sorgenti. E la ragione si è, che o il lago è effetto di una sorgente sola; ed in tal caso non è egli altro, che la gran vasca d'una sorgente: o pure riceve l'acqua da più di esse, ed allora diventa una vasca sola comune a più fonti; e benchè vi siano de' laghi, che riconoscano la loro manutenzione da più cause, cioè e dalle sorgenti, e dagl'influssi di altre acque sopratterranee, ed immediatamente dalle piogge medesime; nulladimeno sussiste sempre, che i fiumi tutti da qualcheduno de' tre principj sopra memorati derivino. Rare volte s'incontra, che da una sola fonte nasca un fiume considerabile, ma frequentemente, e per lo più s'ingrossano i fiumi per lo tributo, che ricevono, d'altri rivoli, che da una parte, e dall'altra dentro vi corrono, e nel progresso anche dall'influsso di altri fiumi per un singolare artificio della natura, che ne manda molti ad unirsi insieme, acciò più facilmente possano scorrere al loro termine, come a suo luogo si dirà.

Secondo le diverse circostanze, ora comunicano i fiumi per li pori della terra una porzione dell'acque proprie alle parti vicine, ora da queste per la medesima strada ricevono qualche piccolo tributo, vedendosi molte volte uscire dalle sponde de' fiumi minutissimi zampilli di acqua; e ciò succede ne' casi, che la superficie de' fiumi sia più bassa notabilmente, che 'l piano del terreno contiguo, e che questo sia ben pregno d'umore somministrato o dalle piogge, o d'altronde. Nè v'ha dubbio, che il fondo de' fiumi, se è di sostanza penetrabile dall'acqua, secondo la diversa altezza del di lei corpo, che sostiene, non ne riceva in qualche abbondanza, e che la trasmetta a poco a poco lungo l'andamento del fiume medesimo al mare; poichè egli è certo, che ne' fiumi temporanei, i quali l'estate lasciano vedere il loro fondo asciutto, ogni poco di fossa, che si scavi, diventa una sorgente; e scavandone molte, queste hanno la loro superficie disposta in una certa pendenza parallela a

quel-

quella, che gode l'alveo del fiume; segno evidente di qualche corso sotterraneo. Molto più è manifesto il corso de' fiumi sotterranei, quando in tutto, o in parte essi si precipitano nelle voragini, che incontrano, e dopo qualche tratto di nuovo escono alla luce; poichè di questi egli è certo, che trovano sotto terra alvei, e laghi, per li quali si portano al luogo del nuovo sboccamento. Per fine non si può negare, che i fiumi non ricevano anche l'acque delle piogge, che dentro vi cadono; perchè, siccome da queste si accresce l'acqua ne' laghi, ne' stagni, e nel mare, così niuna ragione vuole, che le medesime non somministrino anche qualche debole alimento al corso de' fiumi.

# CAPITOLO TERZO.

## *Della divisione de' Fiumi, loro parti, attinenze, e denominazioni.*

SIn quì ci siamo serviti del nome di fiume in generale; ora è necessario di conoscere più distintamente le differenze de' fiumi; le parti, che li compongono, e tutte le cose concernenti ad essi, insieme con le denominazioni proprie di tutti, per non avere obbligo in avvenire di servirsi di perifrasi, e per potere in poche parole spiegare ciò, che occorrerà.

Le acque dunque, che corrono per la superficie della terra, esercitano il loro moto dentro una cavità distesa per lunghezza dal principio superiore del suo corso fino al fine, e si chiama *alveo*, *letto*, o *canale*. La parte inferiore dell'alveo, cioè quella, ch'è premuta dal peso del acqua, si chiama *il fondo*; e le parti laterali, le quali contengono l'acqua ristretta, e sollevata di superficie a qualche altezza, si chiamano *sponde*, o *ripe*.

Ponno essere queste o naturali, o artificiali: *naturali*, quando non hanno ricevuto il loro essere dalle operazioni degli uomini, ed *artificiali* all'incontro. Le *sponde naturali* sono pure di due sorte, poichè * o la

* ANNOT. I.

o la natura le ha formate ſcavando il terreno, come ſono quelle de' fiumi, che corrono fra terra, e queſte ſaranno dette da noi *ſponde naturali per eſcavazione*, ovvero alzando le parti laterali al corſo dell'acqua colle depoſizioni del limo, e queſte le chiameremo *ſponde naturali per alluvione*. Le artificiali ponno eſſere di diverſa natura, ſecondo la qualità dell'artificio, e della materia, ma per lo più ſi chiamano *argini*, cioè quando ſono formate di terra ammaſſata inſieme, ed elevata a tanta altezza, che baſti a ſoſtenere la maggior eſcreſcenza dell'acque.

La diverſa diſpoſizione delle ripe è cagione della loro diverſa denominazione; atteſochè, ſe la ripa è perpendicolare all'orizzonte, ſi chiama *piarda*, che può eſſere *baſſa*, *alta*, o *mezzana*, ſecondo che il ſito perpendicolare ſi trova all'alto, al mezzo, o al baſſo della ripa medeſima. *Ripa* ſemplicemente ſi dice, quando con una mediocre pendenza va a poſarſi ſul fondo del fiume; * ma ſe queſta pendenza s'avanzaſſe dentro l'alveo del fiume conſiderabilmente, ed in maniera, che ſi metteſſe inſenſibilmente ſotto l'acqua, ſpingendo il corſo dalla parte oppoſta, ſi nomina *ſpiaggia*; ed *alluvione*, qualvolta, pure inſenſibilmente creſcendo, arriva a formare nuova ſponda al fiume, diſtinta dalla precedente. * Annot. II.

I fiumi, che hanno biſogno d'argini, hanno anche per lo più diſtinte le ſponde in più parti, oſſervandoſi, che tra gli argini ( che ſono l'ultime ſponde deſtinate a contener l'acqua nella ſua maggior altezza ) ſta diſteſo un canale, che propriamente ſi dice *alveo del fiume* con le ſue ripe non tanto alte, che nell'eſcreſcenze non ſiano ſormontate. * Tutto il terreno, che ſta fra detta ripa, e l'argine, ſi chiama *golena*, o *banca*, o *ghiara*, benchè queſti due ultimi nomi abbiano anche altra ſignificazione. Dopo queſta immediatamente ſiegue il *piede dell'argine*, la cui pendenza dalla parte della golena ſi chiama *ſcarpa inferiore*, e quella dalla parte della campagna *ſcarpa eſteriore*; ſiccome ſi chiama *piano dell'argine* la parte ſuperiore di eſſo, e *baſe dell'argine* la ſomma delle due ſcarpe, e del piano; e *ciglio dell'argine* l'angolo, che forma la ſcarpa dell'argine col piano di eſſo. * Annot. III.

Il corso, che hanno i fiumi per li loro alvei, non è in tutti i luoghi uniforme, e si osserva, che la maggiore velocità cammina regolarmente a seconda della maggior profondità, in maniera che dove il fondo è più basso, ivi maggiore è la velocità; dove più alto, ivi minore; e questa parte più veloce si chiama *filo*, o *filone*, e da alcuni *spirito del fiume*, e da altri *testa*, o *via dell' acqua*, e si conosce dalle materie, che galleggiano sopra l' acqua, le quali a lungo corso sono portate tutte ad unirsi dove l' acqua è più veloce. Ne' fiumi, che sono distesi in linea retta, trovasi il filone nel mezzo; ma in quelli, che descrivono linee curve, s' accosta ora alla destra ripa, ora alla sinistra, secondando il giro del fiume, ed è causa, che quelle ripe, alle quali esso s' accosta considerabilmente, si chiamino *botte*, e queste sono nella parte concava della curvità; e quelle di rincontro, dalle quali il filone si scosta, sono dette *spiagge*, come di sopra si è accennato. Le botte o resistono alla corrosione delle ripe, o no; se resistono, non cambiano nome, * ma se cedono, acquistano quello di *botte corrose*, o *corrosioni*, che sono differenti, secondo la diversa situazione, che acquista la ripa, denominandosi *piarde*, secondo la già detta significazione, o *froldi*, se per la corrosione avanzata si tolga la ripa della golena, sottentrando l' argine a fare l' ufficio della sponda intiera; onde per differenza costitutiva di ciò, ch' è significato con questo nome, basta, che il piede dell' argine sia bagnato dal fiume in acqua bassa: che se poi fosse anco corroso, allora chiamerebbesi *froldo in corrosione*, o *argine corroso*.

* ANNOT. IV.

Le differenze de' fondi sono, che questi si chiamano o vivi, o morti: *fondo vivo* è quello, che avrebbe il fiume, se l' acqua corresse uniformemente in tutte le sue parti, e questo si disporrebbe in uno, o più piani ec. secondo le diverse circostanze, come a suo luogo si dirà; ma il *fondo morto* è di due sorti, cioè o più basso del fondo vivo, e si chiama *gorgo*; ovvero più alto, e se è laterale al filone, si chiama *spiaggia*, attesochè questo nome è comune alle ripe, ed al fondo, come che partecipa e dell' une, e dell' altro; * ma se occupa tutto il fiume da una ripa all' altra, si nomina *dosso*, o *secca*, Perciò *morta di fiume* si dice quell' alveo, che resta, quando il fiume si muta di letto o a caso,

* ANNOT. V.

caso, o per arte, benchè anche l'acqua vi corra, purchè altrove sia divertito il di lui corso principale; e *mortizza*, quando lascia di corrervi l'acqua, in maniera che il fondo resti fangoso, o pantanoso; si chiama anche *fiume morto* un alveo abbandonato dall'acqua corrente, sia esso ridotto, o no a coltura, oppure incapace di esserlo.

Questi alvei dunque, che intersecano, e solcano la superficie della terra, si chiamano col nome generale di *fiume*, benchè questo più propriamente convenga all'acqua, che dentro vi scorre: sono però da notare alcune differenze, che talvolta aggiungono, o mutano le denominazioni, poichè le piccole acque, per lo più originate da' fonti, si chiamano *rivi*, l'unione di diversi rivi si dice *fiumicello*, e l'unione di più fiumicelli diventa *fiume*. Se l'acqua di questi è continua, in maniera che mai non si scopra il fondo del tutto, si chiama *fiume perenne*; ma se qualche volta accade, che resti affatto asciutto, si nomina *fiume temporaneo*. Fra' perenni ve ne sono di quelli, che sono navigabili o continuamente, o interpolatamente; o per natura, o per arte. I latini chiamavano *amnes* que' fiumi, che sono navigabili da picciole barche; e *fluvii*, o *flumina* quelli, che godono tal larghezza, e profondità di acqua da sostentare barche mediocri, e maggiori. Fra' fiumi temporanei si contano i *torrenti*, quelli cioè, che portano le acque sole, che immediatamente ricevono dalle piogge, o dal disfacimento delle nevi; e ad essi si attribuisce principalmente una rapidità, e velocità impetuosa, ed un crescere, e scemare improvviso a misura della durazione, ed abbondanza delle piogge medesime.

L'unione di due fiumi si chiama *confluenza*; e *fiume tributario* quello, che nell'unirsi perde il suo nome, accomunandosi quello dell'altro, il quale, se sarà navigabile, e porterassi a sboccare nel mare, dirassi *fiume reale*.

Hanno in oltre i fiumi alcune differenze prese dalla condizione del proprio fondo, e dalla correlazione, che ha questo col piano delle campagne contigue. Se il fondo del fiume è ghiajoso, o sassoso, si dice *fiume in ghiaja*; se arenoso, si dice *fiume in sabbia*; se paludoso, si dice *fiume paludoso*; se il piano delle campagne è tanto alto, che le piene maggiori

del fiume non arrivino a toccarlo, si chiama *fiume incassato*; se no, e che vi siano argini al fiume per sostenere le piene, si dice *fiume arginato* o in tutto, o in parte; e mancandovi gli argini, dimodochè le piene si portino ad inondar le campagne, si chiama *fiume inondante*.

*Sbocco*, *bocca*, o *foce di un fiume* si chiama quel sito aperto, per lo quale esce dall'alveo proprio, siasi col mettere le sue acque in altro fiume, o nel mare, o altrove: con i primi due vocaboli però s'intendono comunemente le uscite di tutti i fiumi anche tributarj; ma il nome di *foce* più propriamente, secondo alcuni, si dice de' fiumi reali, quando entrano in mare. Se un fiume divide il proprio alveo in due, o più, allora ognuno di essi si dice *braccio*, o *ramo*; e se per tal divisione moltiplicata si perda l' alveo, allora ognuno de' detti rami piccioli, che sregolatamente si formano, si chiama *riazzo*, o *rivazzo*, o *rivolo*, secondo ch'egli è maggiore, o minore; e l'angolo, fatto da due braccia di fiume sul dividersi, dicesi *divaricazione*, o *bivio*.

*Isola* è il terreno racchiuso fra due braccia del fiume medesimo, le quali dappoi tornino ad unirsi in un alveo solo, il piano superiore del quale, se sarà tant' alto, che sopravanzi le piene maggiori, allora si di-
* ANNOT.VI. ce propriamente *isola fluviale*, a differenza delle marittime; * ma se non sarà tant'alto, si dice più propriamente *bonello*, e ciò particolarmente, s'egli è formato dalle alluvioni del fiume: che se le braccia, o rami del fiume, dopo la divaricazione, non si uniscano più, ma portino le loro foci se-
* ANNOT.VII. paratamente al mare, * in tal caso il terreno di mezzo si chiama *polesine*.

Accade sovente, che partendosi l'acqua dalle proprie fonti, non comincia ella a scorrere a stille, ma si raguna in qualche vaso naturale, o artificiale, prima di cominciare il suo corso sensibilmente; e questo vaso si chiama *vasca*, o *cratere*, o *ricettacolo del fonte*, siccome anco *capo*, o *testa d' acqua*.

Colla stessa significazione ponno anco chiamarsi *crateri di uno*, o *più fonti* quelle congregazioni d' acque, che si chiamano *laghi*; ma per godere con proprietà di questo nome, v'è necessaria una considerabile estensione, ed una conveniente profondità. Quindi è, che i laghi alle volte sono origine de' fiumi, ed alcune altre sono figlj de' medesimi, qualun-

lunque volta cioè corre un rivo, o fiumicello, o fiume dentro una cavità cieca, nella quale vi è bisogno, che l'acqua notabilmente si elevi per poterne uscire. Egli è ben vero, che molte volte s'incontra, che la profondità del lago non serve per solo recettacolo al fiume entratovi, ma gli somministra inoltre nuov'acqua per le proprie vene, ed all'incontro anche qualche volta ne disperde, e consuma, lasciandola uscire dalle rive, o voragini del proprio fondo, e somministrando nuova materia alle fontane, o sorgenti più basse. Quel lago, che si conserva per le proprie sorgenti, e non tramanda fuori di se medesimo le proprie acque, si dice *lago chiuso*; ma se ne riceve delle forestiere, o tramanda le proprie, o le ricevute, si dice *lago aperto*; ed * il luogo, per lo quale escono le acque, chiamasi *emissario*, o *incile*; e quello, per lo quale entrano, si potrebbe dire *immissario*. Le altre espansioni di acqua sopra la superficie della terra, che non hanno immediata comunicazione col mare, si chiamano *stagni*, *paludi*, o *lagune*. * Gli *stagni*, o *paludi* sono acque di poco fondo, e perciò gli stagni l'Estate s'asciugano, e sono fatti dalle piogge. Le *paludi* non si seccano affatto in tutto il corso dell'anno, e sono conservate dalle inondazioni de' fiumi, o dall'ingresso di qualche fiumicello, o torrente. Le *lagune* poi sono fatte dalle acque marine, separate dal mare, col mezzo degli scanni, o staggi d'arena, col quale hanno solo la comunicazione o per canali, o per aperture determinate, dalle quali sono ricevute le acque predette nel flusso, e tramandate nel riflusso.

* ANN. VIII.

* ANNOT. IX.

Cadendo l'acqua d'un fiume da qualche luogo alto precipitosamente al basso, in maniera che l'alveo superiore sia considerabilmente più alto, che l'immediatamente inferiore, tale caduta si chiama *cateratta*, o *catadupa*, come sono quelle del Nilo, del Reno, e del Danubio ec., e queste sono o naturali, o artificiali. * Queste ultime si chiamano anche *chiuse*, *traverse*, *pescaje*, o *sostegni*, e servono per far rialzare l'acqua nella parte superiore del fiume, o per derivarla, o per servirsene ad uso di navigazione, o per far muovere diverse macchine idrauliche.

* ANNOT. X.

Le acque derivate, o cavate da un fiume, o da un lago, scorrendo regolarmente per alveo proprio aperto di sopra, si chiamano *canali*, o *acquedotti*; ma più propriamente *acquedotto* si dice, quando l'acqua si

fa

fa correre chiusa, come dice Frontino, *aut per cuniculos subterraneos, aut opere arcuato.*

* ANNOT. XI. Per fine * l'unione delle acque piovane, che scolano dalle pianure ne' fossi, e da questi in piccioli alvei, si chiamano *condotti*, *scoli*, *discursorj*, o *tratturi*, e sono come piccioli fiumicelli formati nelle pianure, e per lo più manufatti, che vanno a terminare o in fiumi, o in paludi, o nel mare; ed ultimamente col nome di *fossa*, o *cavo* s'intende un'escavazione fatta in lunghezza, che contenga, o sia atta a contenere acqua stagnante o per uso di navigazione, o per difesa di Città, e fortezze ec.

# CAPITOLO QUARTO.

## *Del principio del moto nelle acque correnti, e delle regole di esso più principali.*

DOpo di avere ne' tre soprapposti Capitoli dichiarato abbastanza tutto ciò, che si è creduto necessario, tanto per istabilire un sodo fondamento al presente Trattato, quanto per erudire chiunque ha in animo di professare la materia delle acque; egli è ormai tempo, che insinuandoci più a dentro nella parte dottrinale, ci mettiamo a cercare quale sia la causa principale del moto nelle acque correnti, o ne' fiumi.

Che *il moto delle acque sia effetto della gravità*, si renderà manifesto a chi semplicemente farà riflessione, che l'acqua egualmente con gli altri gravi solidi tende verso un centro, a questi, e ad essa comune; quindi ne nasce, che o consistendo la gravità in una naturale inclinazione, che ha la materia tutta elementare di tenersi strettamente unita al globo terracqueo, oppure dipendendo la medesima da un impeto impresso a tutte le menome particelle materiali dalla sostanza eterea, è d' uopo credere, che congenea alla gravità de' solidi sia anche quella de' fluidi, e che con le medesime regole operi in ispignere al basso gli uni, e gli altri.

E' però vero, che le diverse affezioni de' corpi, siccome variano le pro-

proprietà di essi, così fanno, che in alcuni casi *diversamente si esercitino le impressioni ricevute dalla gravità*; onde non è meraviglia, se alcuni hanno creduto, non potersi adattare a' corpi liquidi le regole dimostrate dal Galileo circa le cadute de' gravi, vedendo, che queste non riescono sempre così precise, come ne' solidi. Quindi è, che, per poter camminare con piè sicuro, sarà bene, prima d'ogni altra cosa, di considerare tutto quello, in che convengono, e disconvengono le leggi delle cadute de' solidi, e de' fluidi.

E' dimostrato dal Galileo, che *un grave, il quale discenda liberamente per una linea perpendicolare verso il centro de' gravi, avrà in ogni punto della linea, che descrive, tali velocità, che tra loro saranno in proporzione subduplicata*, o, che è lo stesso, dimidiata *di quella, che hanno le lunghezze delle discese computate dal principio della caduta*. Per esempio, se il grave A comincierà a discendere dal punto A, e col suo centro descriverà la linea A B, anderassi da A in B sempre accrescendo la velocità, in maniera che la velocità, ch'egli avrà in C, a quella, che avrà in B, sarà in proporzione subduplicata delle discese A C, A B; ovvero ( che torna il medesimo ) le discese A C, A B staranno fra loro in proporzione duplicata delle velocità in C, ed in B, ovvero come i quadrati delle velocità predette. *Tav. 1. Fig. 1.*

Esponendo adunque le velocità in C, ed in B per due linee rette perpendicolari alla A B, ed allungandole in D, ed E, di maniera che i loro quadrati abbiano la medesima proporzione, che ha A C ad A B, saranno i punti E, D in una linea parabolica, il cui vertice sia A, e e l'asse A B, essendo una delle principali proprietà di essa linea, che le semiordinate C E, B D abbiano la proporzione subduplicata, o dimidiata delle saette A C, A B. Quindi è, che per avere un'idea di tutti i gradi di velocità, per i quali passa un grave cadente dall'alto al basso, basta dal principio della caduta descrivere una parabola, che abbia per asse la perpendicolare, ch'egli ha da descrivere; poichè allora le linee tutte tirate da ogni punto di essa perpendicolare, e terminate alla circonferenza parabolica, purchè ad angolo retto con la A B, esprimeranno ciascheduna la velocità, che avrà il grave nel punto, che ad essa appartiene.

Che

Tav. 1. Fig. 9. Che *se un grave A, in vece di cadere per la perpendicolare A B, sarà obbligato a discendere per lo piano inclinato A C, in ogni punto della sua discesa, come in D, avrà quel grado di velocità, che avrebbe cadendo da A verso B, arrivato che fosse al punto E, cioè a quello, nel quale la linea A B è tagliata dall' orizzontale D E*, e similmente in C avrà quella velocità, che avrebbe cadendo da A in B. Quindi è, che in due maniere si possono esprimere le velocità del grave discendente per lo piano A C; cioè o descrivendo la parabola B A G circa l'asse A B, oppure l'altra parabola C A I circa l'asse C A; nell'una, e nell'altra delle quali le semiordinate mostreranno la proporzione delle velocità ne' punti corrispondenti.

Tutto ciò è vero, ogni volta che il grave discenda, senza che alcuna cosa gli resista; e perciò *le Proposizioni predette non ponno esattamente verificarsi, che rispetto ad un grave, che cada per un mezzo non resistente*, se pure si ritrovi, ovvero nel voto, se in esso si desse la gravità, e la discesa de' gravi. Ma nelle cadute, che appresso di noi si osservano, comecchè esse per lo più si fanno nell'aria, non può la detta proporzione avere il suo intiero, ma resta qualche poco alterata; attesochè, ostando l'aria ( per la sua grossezza, e per la ripugnanza, che ha all'essere divisa ) al moto de' corpi, assume in se una parte dell' impressione, ed altrettanta ne leva al mobile; e perciò non può la gravità imprimere ne' gravi cadenti tutto quel grado di velocità, che per altro loro darebbe, levata che fosse la resistenza del mezzo.

*Restano* dunque *in fatti le velocità qualche poco minori di quello, che richiede la natura della parabola*, della quale essendo una proprietà, che, dividendosi l'asse in segmenti eguali, e tirandosi per le divisioni le semiordinate, non siano le differenze di queste eguali in ogni parte, ma bensì maggiori, quanto più le semiordinate predette sono vicine al vertice della parabola; ed essendo la resistenza dell' aria sempre la medesima, se non maggiore, quanto più violento è il moto, ne segue, che sul principio della caduta può darsi il caso, che l'effetto della resistenza dell'aria sia insensibile, e per conseguenza rimanga manifestissimo l'accelera-
* Annot. I. mento anche sensibilmente nella proporzione accennata, ma che * *dopo un*

*un certo ſpazio di diſceſa* (quando cioè la differenza delle velocità ſia reſa minore) *la reſiſtenza dell' aria cominci ad operare ſenſibilmente, ſinchè pareggiando eſſa la forza accelerante, impediſca, che la velocità più s' accreſca, e perciò da lì avanti il moto ſi renda equabile.*

Per maggiore intelligenza di ciò, ſuppongaſi, che nel progreſſo della caduta di un grave la reſiſtenza dell' aria ſi accreſca ſecondo qualunque data proporzione; dimodochè, in vece che le linee eſprimenti i gradi della velocità cadano co' loro eſtremi nella linea parabolica A H M I (come porterebbe la natura del moto accelerato), reſtino accorciate, e terminino alla curva A P N O, la quale anderà ſempre ſcoſtandoſi dalla parabolica, ſecondo la proporzione degli eccesſi, o differenze fra le velocità non impedite, e le impedite. Per cagione dunque della diſceſa le velocità ſempre ſi accreſcono, e corriſpondentemente, a cagione della reſiſtenza dell' aria, ſempre ſi diminuiſcono. Ma perchè le differenze delle velocità libere D H, L M, C I, appartenenti a' punti dell' aſſe D, L, C preſi a diſtanze eguali D L, L C (che devono intenderſi infinitamente piccole) ſempre ſono minori, cioè I O minore di M N; ne ſegue, che l' aumento delle velocità verrà a farſi una volta sì picciolo, che la reſiſtenza dell' aria, reſa ſempre maggiore, verrà a pareggiarlo, e per conſeguenza potrà impedire ogni ulteriore accelerazione. Ciò poſto, perchè la reſiſtenza dell' aria non creſce per altra cagione, che per l' accreſcimento della velocità nel mobile, non creſcendo più queſta, nemmeno ſi aumenterà quella, e però pareggiata l' energia dell' acceleramento con quella del reſiſtente, continueraſſi bensì la diſceſa, ma col ritenerſi il grado di velocità acquiſtato; e perciò il moto ſi ridurrà all' equabilità. *Tav. 1. Fig. 9.*

Vi è anche un' altra cagione, oltre la predetta, del moto equabile, al quale finalmente ſi devono ridurre i gravi cadenti; e ſi deduce dal conſiderare, che il Galileo aſſume per principio della ſua dottrina del moto accelerato, che *i gravi cadenti aggiungano a loro medeſimi in tempi eguali gradi di velocità eguali*; ed eſſendo ſentimento aſſai ragionevole, che gli sforzi della gravità non provengano da una forza intrinſeca ad eſſi, ma bensì da una potenza eſterna, acciocchè queſta ope-

raſſe ſempre della medeſima maniera nel mobile, ſarebbe neceſſario, che eſſa lo trovaſſe nel ſecondo tempo nell'iſteſſe condizioni del primo, di maniera che la potenza motrice aveſſe ſempre la medeſima proporzione alla reſiſtenza del mobile in ogni tempo. Ciò però non può eſſere, ſe non ſi ſuppone la potenza movente infinita; perchè in tal caſo, qualunque foſſe la velocità del mobile, ſi dovrebbe eſſo conſiderare come in una perfetta quiete; ma ſupponendo la forza predetta finita, egli è evidente, che queſta alla reſiſtenza del mobile quieto avrà una proporzione, che non potrà avere al medeſimo, quando eſſo ſarà coſtituito in qualche grado di velocità; e perciò meno aggiugnerà nel ſecondo tempo, che nel primo; meno nel terzo, che nel ſecondo ec., e finalmente *non potrà mai imprimere nel mobile velocità maggiore di quella, che la medeſima forza poſſiede*; dal che ne viene, che *giunto che ſarà il mobile a quel grado di velocità, che non può accreſcerſi*, *neceſſariamente ſarà ridotto all'equabilità*, *ancorchè il moto s'intenda libero da ogni reſiſtenza*. Egli è però vero, che la forza producente la gravità può eſſere tanto grande, che, non oſtante ch'ella ſia finita, abbia ſempre ſenſibilmente la medeſima proporzione al grave, o in quiete, o in moto che ſia; nel qual caſo la dottrina dell'acceleramento de' gravi non riceverebbe alcuna ſenſibile alterazione, come in fatti ſi vede corriſpondere aſſai eſattamente all'eſperienze, che ſe ne fanno.

Suppoſta dunque la ſteſſa dottrina, egli è chiaro, che *ſe il moto de' gravi poteſſe farſi nel voto, i corpi, più, o meno gravi che foſſero, cadrebbero colla medeſima velocità, e paſſerebbero per i medeſimi gradi di accelerazione*; poſciachè eſſendo la materia di tutti i corpi omogenea, ed eſſendo la forza, che la ſpinge al baſſo, la medeſima di tutta l'altra materia, ſarebbero tutte le parti di eſſa nel principio della caduta affette della medeſima potenza; e non potendo nel voto diverſificarſi il moto per alcuna reſiſtenza, non vi ſarebbe alcuna ragione, per la quale la caduta d'un corpo doveſſe farſi d'una maniera diverſa da quella di un altro. Ma comechè tutti i moti ſi fanno dentro qualche mezzo fluido, dipendono molto dalla condizione di queſto le affezioni de' moti medeſimi.

Con-

*Concorre perciò al farsi di una caduta per l' aria l' eccesso della gravità specifica del mobile sopra quella dell' aria*; poichè egli è certo, che il fuoco meno grave di essa non discende, ma ascende, e così *il legno galleggia sull' acqua, perchè il di lui peso specifico è minore di quello dell' acqua medesima*; e la ragione si è, che il fluido toglie tanto di peso assoluto al corpo, quant' è il peso pure assoluto d' una mole del fluido eguale a quel corpo; e perciò quando il mobile è specificamente meno grave del fluido, ha il fluido per discendere al basso più d' energia, che non ha il mobile, e conseguentemente lo sforza ad ascendere, o non gli permette di discendere: e così *quando siano eguali i pesi specifici, non succederà nè ascesa, nè discesa*; ma bensì, facendosi l' equilibrio, consisterà il mobile egualmente in tutti i luoghi del fluido. Ma *quando la gravità specifica del corpo è maggiore di quella del mezzo, allora esso discende, come se fosse un corpo di peso assoluto tanto minore, quanto vale la mole predetta del fluido*; e perciò, comechè il peso assoluto maggiore, o minore de' corpi non influisce punto in renderli più, o meno veloci, come si è spiegato di sopra, ne nasce, che *ne' gravi cadenti nemmeno ha luogo per fare l' accelerazione diversa il maggiore, o minore peso specifico*.

Ben è vero, *che il maggior peso assoluto de' corpi compone una maggior potenza di superare le resistenze, che loro s' oppongono*; e la ragione si è, che ricevendo tutti i minimi della materia eguali le impressioni della gravità, quanto più di numero essi sono ( che è lo stesso che dire, quanto maggiore è la loro gravità assoluta ), tanto maggiore è il momento, col quale essi spingono i corpi, che incontrano, e conseguentemente tanto più facilmente superano le resistenze; il che ha luogo molto più ne' semplici conati della gravità, che ne' moti accelerati.

Egli è anche vero, che *se la mole de' corpi sarà grande, grande altresì sarà la resistenza, che essi riceveranno dal fluido, dentro il quale si muovono*; e perciò maggiormente resiste l' aria al moto di una sfera, v. gr. di sei libbre, che ad una di tre; ma se si avvertirà, che *i pesi assoluti sono proporzionali alla materia, ed a' corpi*, cioè, intendendoli sotto figure simili, *in proporzione triplicata de' lati omologhi*, e

che *le superficie* degl'istessi, dalle quali sono regolate le resistenze, *sono tra loro in proporzione solamente duplicata de' lati medesimi*, facilmente si dedurrà, che crescendo le forze di superare le resistenze più di quello che all'accrescersi della mole, e del peso s' aumentino le dette resistenze, *se maggiore sarà il peso assoluto del grave, maggiore anche sarà la forza di esso per superare la resistenza dell' aria*. Quindi è, che i *corpi di poco peso, ma di superficie assai grande, cadendo da alto, giungono all' equabilità del moto molto più presto di quello che facciano i corpi più gravi compresi da superficie in proporzione minore;* onde non è meraviglia, se una foglia di oro battuto, lasciata cadere dall' alto di una torre, si veda svolazzare per l' aria, e consumare molto tempo prima di arrivare a terra, e più presto giungervi una sferetta della medesima materia, e dello stesso peso; e perciò non a ragione della maggiore, o minore gravità assoluta, o specifica de' corpi, ma solo per l' effetto, che fanno in essi le resistenze maggiori, possono riuscire diversi ne' gravi cadenti i gradi delle velocità acquistate.

E perchè il peso assoluto de' corpi gravi posati sopra i piani inclinati non s' esercita tutto nella discesa di essi, ma una parte ne viene levata dalla resistenza obbliqua, che loro fa l' inclinazione del piano, di

Tav. 1. Fig. 9. modo che il momento in A C a quello, che avrebbe gravitando per A B, stia come A B ad A C; ne siegue, che *posato un grave sopra il piano inclinato A C, non avrà tanta forza per superare la resistenza dell' aria, quanta avrebbe discendendo per la perpendicolare A B, e perciò tanto più presto arriverà all' equabilità*; e paragonando insieme due piani eguali, e diversamente inclinati, farassi più facilmente, e più presto il moto equabile in quello, che avrà minore l' altezza A B, o, che è lo stesso, in quello, nel quale l' angolo A C B sarà più acuto.

* Annot. II. * Tanto *più s' impedirà l' accelerazione del moto d' un grave cadente per un piano inclinato, se la di lui superficie, o quella del piano avranno delle inegualità, e delle asprezze*: poichè tutti i risalti del piano serviranno per altrettanti ostacoli alla discesa; siccome tutte le asprezze, colle quali il mobile incontra detti ostacoli, saranno sempre di tanto maggiore impedimento all' accelerazione. Quindi è, che essendo

mi-

minore il contatto della sfera R col piano A C, di quello sia il contatto del prisma S col piano medesimo, minore ancora sarà l'impedimento al discendere della sfera, che del prisma; e perciò generalmente *quanto maggiori saranno gl'impedimenti alla discesa, tanto minore sarà l'ultimo grado di velocità acquistato dal mobile, prima di ridursi al moto equabile*, e tanto più presto questo si otterrà,

* *Se un grave, che discenda per un piano A B inclinato, ne incontrerà un altro B C meno inclinato* ( parlo teoricamente, e prescindendo dalle resistenze ) *accelleratosi per A B, continuerà ad accelerarsi per B C, ma più lentamente, dimodochè in tutti i punti D, D abbia la velocità medesima, che avrebbe avuta ne' punti E, E corrispondenti, cadendo perpendicolarmente per A E.* E se *al fine de' piani inclinati succedesse un piano orizzontale C F, non farebbe per esso alcuna accelerazione*, ma solo vi conserverebbe il grado acquistato nel punto C, col quale correrebbe equabilmente per lo piano C F. In oltre *se il mobile*, arrivato che fosse in B, o in C, *trovasse qualche ostacolo, o causa, che rivoltasse la di lui direzione all'insù*, o per la perpendicolare B G, o per l'inclinata B H, *senza levargli alcuna parte della velocità acquistata*, è certo, che *il grado di velocità dovuto al punto B sarebbe bastante a ricondurlo o per l'una, o per l'altra strada fino alla medesima altezza, dalla quale prima partì*, cioè fino all'orizzontale A H, di moto però ritardato ( cioè che procedesse, diminuendosi coll'ordine medesimo, retrogradamente per li gradi dell'accelerazione ), finchè, riportato in I, tornasse a quel grado di velocità, che prima avea in D, o in E; e perciò siccome in A non avea il mobile alcuna velocità, così giunto in H, o G, fosse tornato alla quiete. * AN. NOT. III. *Tav. 2. Fig. 10.*

Ma *mettendo a conto le resistenze, non è mai possibile, che il mobile ne' punti D, D abbia la stessa velocità, che in E, ma sempre qualche cosa di meno*, e maggiore sarà la differenza ne' punti del piano B C. Quindi è, che *arrivato in B, non sarà bastante il grado acquistato a riportare il mobile fino all'orizzontale A H;* perchè, oltre la resistenza incontrata nella discesa A B e dall'aria, e dal piano inclinato, dovrà, per risalire verso l'orizzontale A H, incontrarne altrettanta;

ta; e perciò tanto maggiormente diminuire i gradi di velocità, che, prescindendo da quest'ultima resistenza, nè meno sarebbero stati bastanti per arrivare all'orizzontale A H; e quindi è, che, prima di arrivarvi, avrà perduta tutta quella velocità, che avea acquistata per la discesa A B. Molto maggiore sarebbe la differenza, se l'ostacolo trovato in B, a cagione del quale s'intende fatta la riflessione in B H, avesse levata, come succede, una parte della velocità al mobile; poichè egli è ben evidente, che il grado in B dovuto alla discesa libera A L, impedito che sia dalle accennate resistenze nel discendere per A B, e dalle medesime nell'ascendere per B H, se in oltre sarà scemato in B per l'ostacolo riflettente, di tanto minor forza sarà, e per conseguenza resterà appena atto a ricondurre il mobile alla metà, o alla terza parte dall' altezza B G.

*Che se prima di avere compita la sua ascesa* per la linea B H, *troverà il grave qualche ostacolo, che l'obblighi a rivoltarsi all'ingiù nuovamente*, come per lo piano I K, *con qualche velocità residua di quella, che avea antecedentemente, tornerà egli nella discesa* per I K *ad accelerarsi*, come per appunto, se egli avesse scorso il piano I K prolungato all'insù in M, e scendendo da M in I, avesse acquistato in I quel tal grado di velocità, che gli restò nel cominciare a discendere per I K; il che è vero, da qualunque causa dipenda la velocità in I; cioè o sia acquistata cadendo, o pure impressa da forza esterna; con questa regola però, che se in I sarà un grado di velocità maggiore di quella, che avrebbe il grave, ridotto che fosse al moto equabile scorrendo per lo piano I K, allora il moto in vece di accelerarsi, si ritarderà, fino ad acquistare l'equabilità medesima.

Egli è perciò manifesto, *che se un grave avesse nel discendere* Tav. 2. Fig. 11. *da scorrere per diversi piani inclinati*, come A B C D E F G H, *per alcuni de' quali avesse il moto discensivo, e per gli altri il moto ascensivo, riuscirebbe bensì difficile*, e forse impossibile ( senza una esatta cognizione di quanto possano le resistenze, che s'incontrano ora maggiori, ora minori ) *il determinare le velocità del mobile in tutti i punti del di lui viaggio; ma non perciò si concluderebbe con verità, che le*

leg-

*leggi del moto de' gravi cadenti, non avessero luogo*, o non si osservassero *nella discesa di quello*.

Passando da' corpi solidi a' fluidi, bisogna ridursi alla memoria quanto si è detto nel primo capitolo, cioè che i corpi solidi hanno le parti tutte collegate insieme; e perciò, benchè siano composti di più pezzetti di materia, nulladimeno devono essere considerati come una cosa sola, *non potendo un solido muoversi di moto semplice o rettilineo, se tutti i punti*, per così dire, *della mole di esso non concepiscono un impeto eguale*, che in ognuno d'essi cagiona altresì eguale, ed uniforme la velocità; altrimenti è necessario, che si spezzino. Quindi è, che gli statici tutti assegnano a' corpi solidi un certo punto dentro, o fuori della loro mole, che chiamano *centro di gravità* ( ch'io piuttosto direi *centro dell' impeto*, perchè in esso s'equilibrano tanto i momenti della gravità, quanto tutti gli altri delle potenze moventi ); dal qual centro viene descritta la linea del moto.

Ma perchè i corpi fluidi sono un ammassamento di particelle solide, minutissime, e non legate insieme, succede, che * *ogni parte di essi può muoversi con direzione, e velocità diversa dall' altre*; e perciò ne' fluidi niegano gli statici medesimi trovarsi alcun centro di gravità; non perchè anch'essi non siano gravi, o non siano obbligati a seguire le leggi universali della gravità; ma bensì, a mio credere, perchè, siccome non può assegnarsi un centro solo comune a più solidi staccati uno dall'altro ( che però non abbiano alcuna dipendenza, o cospirazione ne' proprj moti ), ma bisogna ammetterne tanti, quanti essi sono; così, trattandosi di un fluido ( che non è altro, che un ammassamento di più corpi, ognuno in libertà di moversi da se solo ), non si può dare il centro di gravità all' unione, o al numero delle parti; ma bisogna considerarlo in ognuna di esse separatamente, come è manifesto in una massa di miglio, le cui granella non sono obbligate a seguitare il moto l'una dell' altra, nè ad avere alcuna dipendenza dal centro di gravità, che potrebbe assegnarsi alla figura, sotto la quale la predetta massa fosse compresa. Accade però qualche volta, che il moto de' fluidi abbia qualche relazione al centro di gravità della figura; ma ciò è solo

* ANNOT. IV.

per

per accidente, e quando alcune delle parti del fluido sono da qualche circostanza sforzate a seguire il moto delle altre.

* ANNOT. V. * Dovendo perciò ognuna delle parti d'un fluido considerarsi come un corpicciuolo sosido, e grave, non vi è alcuna ragione, che non persuada dover esso discendere al basso colle leggi medesime, che osservano i solidi maggiori, e perciò, per quanto è in lui, accelerandosi di moto, secondo la proporzione delle semiordinate alla parabola; il che si dee intendere non solo nelle discese perpendicolari, ma ancora in quelle fatte per li piani inclinati.

Ho detto *per quanto è in lui;* attesochè la resistenza dell'aria, non v'ha dubbio, opera molto ad impedire l'acceleramento sì per la sua naturale adesione, o viscosità, sì per la picciolezza del corpicciuolo predetto; che perciò da se solo non potrebbe nemmeno discendere per l'aria, ma vi resterebbe sospeso nella medesima maniera, che fanno i vapori, se con la compagnia di altri simili, i quali succedendo l'uno all'altro, s'ajutano vicendevolmente, non restasse finalmente superato l'ostacolo dell'aria predetta. Che dall'unione di più corpicciuoli d'acqua ciò succeda, è necessario per due ragioni: primieramente, perchè il corpo, che risulta da' componenti dell'acqua, cioè l'acqua medesima, è più grave in specie dell'aria, e perciò è atta a superare la di lei resistenza; e secondariamente, perchè unendosi insieme più particelle di acqua, viene il composto a crescere di peso assoluto più di quello s'accresca la di lui superficie, e conseguentemente viene a scemarsi in proporzione la resistenza; quindi è, che successivamente accresciuta la potenza operante, e scemata maggiormente in proporzione la resistente, è necessario, che finalmente la prima superi la seconda, e perciò che l'acqua discenda per l'aria.

Questi effetti della separazione, ed unione delle particelle dell'acqua sono da noi cotidianamente osservati nell'ascendere che fanno i vapori, e nel cadere delle piogge; posciachè non essendo altro il vapore semplice, che acqua rarefatta, o più propriamente che particelle d'acqua minime, e disunite, è facile, che ogni moto dell'aria le porti alla parte superiore, dalla quale non potendo partirsi per lo poco peso, e gran superficie, cioè per la gran resistenza, che trovano, stanno, come nuotando,

do,

do, dentro l'aria medesima, ed ubbidiscono, al pari delle di lei parti, agl'istessi moti, da' quali ella viene agitata. Ma perchè le agitazioni dell'aria si fanno non solo per linea retta, secondo la direzione de' venti, ma anche a modo di fermentazione, come vediamo nelle particelle polverose dell'aria medesima, che s'incontrano in uno spiraglio di Sole, succede, che a cagione del moto, direzione, e contrasto de' venti, delle materie minerali, che essi portano, e della costituzione calda, o fredda dell'aria, vengano ad unirsi insieme le particelle acquee, le quali ridotte in gocciole o sensibili, o insensibili, superano la resistenza dell'aria, e cascano al basso in forma o di rugiada, o di pioggia. Non v'ha dubbio, che quanto maggiori sono le gocce della pioggia; non cadano esse anche con maggiore velocità; il che siccome è facile da osservarsi, così non è punto difficile di renderne la ragione per le cose dette di sopra; poichè quanto maggiore è di peso assoluto il corpo cadente, tanto più tardi si riduce all'equabilità del moto; e perciò accelerandosi il medesimo maggiormente in tempo più lungo, ne siegue, che dopo acquistato il moto conservi in se un grado di velocità maggiore: ed essendo probabile, che per lo più la velocità della pioggia sia equabile, allorchè è vicina a terra; perciò, o paragonando le gocce cadute da eguale altezza, oppure l'una all'altra, ridotte che siano a velocità equabile, il grado di questa sarà più grande nella goccia maggiore, che nella minore. Se però la goccia grande venisse da poca altezza, e la goccia picciola da altezza maggiore, può darsi il caso, che questa fosse più veloce dell'altra, siccome in questo particolare ha molto luogo l'azione del vento, che alle volte accresce, alle volte sminuisce la velocità della pioggia.

Siccome un grano di polvere posato sopra di un piano, quantunque molto inclinato, e ben terso, non esercita sopra di esso alcun moto, benchè sia un corpo solido; così *una goccia piccola di acqua posta in un simile piano non potrà discendere al basso*: ma siccome da più grani di polvere si può comporre un cumulo maggiore, e più grave, che non possa di meno che muoversi, posto che sia sopra del piano medesimo; così *accrescendosi la quantità dell'acqua, sarà necessario, che anch'essa discenda.* Ben è vero, che *potrà un impedimento fare, che il grave*

H *solido,*

*solido s'arresti intieramente, e non potrà facilmente fermare il fluido.* Per esempio, se sopra del piano A E poserà la sfera D B C, la quale incontri l'ostacolo F C, che sia almeno tale, che tra il punto del contatto D, ed il punto C sommo dell'ostacolo stia di mezzo la linea di direzione I H, o almeno non sia dalla parte inferiore del punto C; allora la sfera D B C non si muoverà punto: e la ragione si è, che non può la sfera muoversi al basso, se il centro di gravità I non discende; il che non è possibile, se la sfera D B C non sormonta l'impedimento; nel qual caso dovrebbe il centro I descrivere la circonferenza di un circolo circa il punto C, e trovandosi I H tra' punti D, C, alzarsi; il che è impossibile succeda per la sola forza della gravità. Ma se la sfera D B C, che nel caso predetto può intendersi di ghiaccio, s'intenderà tutta ad un tratto squagliarsi in acqua, cioè a dire trasmutarsi dall'essere d'un corpo solido a quello di un fluido, non potrà l'ostacolo F C impedire, che l'acqua non discenda, almeno in parte. Ciò farassi, perchè, levato che sia nello squagliamento il legame, che avevano le parti del solido insieme, potranno discendere quelle, che attualmente non saranno impedite; per appunto come farebbesi, se la sfera si supponesse composta di grani d'arena, o di miglio prima collegati insieme da qualche corpo viscido, e poscia disuniti per lo rimovimento dello stesso; e questa è la prima delle diversità, che s'incontrano nella discesa de' corpi solidi paragonata a quella de' fluidi: se pure si può chiamare diversità quella, che nasce dall'errore commesso in voler considerare il moto di più solidi disuniti, come se fosse fatto in un solo.

Tav. 2. Fig. 12.

Per altro *non v'ha dubbio, che anche i minimi dell'acqua non si accelerino più, cadendo per la perpendicolare, che scorrendo per un piano inclinato, almeno sul principio della discesa* per la ragione medesima, che si è detta de' corpi solidi, massimamente osservandosi, che le cadenti perpendicolari molto più si assottigliano, che le inclinate. Ma deesi avvertire, che cadendo l'acqua perpendicolarmente, riceve molte impressioni dall'aria, dalle quali sono esenti i corpi solidi; posciachè (1) *le cadenti perpendicolari* (così sono chiamate le figure, alle quali s'accomoda l'acqua nel cadere a perpendicolo) *almeno sul principio si assottiglia-*

*tigliano*; il che procede anco dalla pressione dell'aria, che lateralmente spinge le parti dell'acqua verso l'asse della cadente medesima. (2) *Dopo qualche spazio della caduta, avendo l'acqua acquistata velocità considerabile, vengono le di lei parti divise l'una dall'altra dall'aria inferiore*, che resistendo al moto, s'insinua tra esse, e dispergendole, *fa apparire, che in vece di maggiormente ristringersi*, come esigerebbe la natura del moto accelerato, *piuttosto s'allarghino*; e questa dispersione di particelle d'acqua (talvolta, ed in certe circostanze) così vassi moltiplicando, che in vece che la cadente conservi la sua figura, si trasmuta in una rugiada, o pioggia di minutissime gocce.

Ma *ne' piani inclinati* la cosa cammina d'altra maniera; poichè *l'acqua, che per essi scorre in qualche altezza di corpo, si va bene assottigliando nella medesima proporzione, che richiede la velocità dell'accelerazione, come nelle cadenti; ma non mai, o rare volte, ed in pochissima quantità si disperge in gocce*, sì perchè è ella obbligata a stare ristretta fra le sponde, e tenersi unita al fondo, e per conseguenza non è esposta all'azione dell'aria, sì anche perchè a causa dell'inclinazione del piano non arriva ella mai a tanta velocità, che la poc'aria, la quale nel principio del corso le osta, abbia forza di dividere il di lei corpo in più parti, e ciò molto meno dopo formatasi la superficie superiore dell'acqua corrente, mentre piuttosto l'aria, che sopra vi preme, coopera insieme con la gravità dell'acqua a tenerla unita in se stessa; onde volendo pure considerare l'acqua come un solo corpo, possiamo addurre per seconda diversità *il ristringersi che fa ella in se medesima a misura della velocità, che per la caduta, o per la discesa va acquistando; al contrario de' solidi, che per tutta la caduta conservano sempre la stessa mole*.

Si considera bensì da' Fisici nell'acqua, per essere fluida, uno slegamento di parti, ma non tale, che ogni di lei minima particella possa staccarsi senza veruna resistenza dall'altra, che anzi * è manifesto trovarsi tra le di lei parti un tal qual vincolo, che è quello, che tiene unite insieme le gocce dell'acqua, e fa colmeggiarle in forma di mezze sfere, quando esse posano sopra di qualche superficie. Il medesimo vin-

* ANNOT. VI.

colo, o attaccamento fa, che *alle volte non si possa muovere una parte d'acqua, senza che con essa siano tirate in consenso le vicine; e per lo contrario impedita nel suo moto una parte di acqua, resta anche ritardata quella, che immediatamente le è contigua*. Quindi è, che *se l'acqua fosse un perfettissimo fluido*, cioè a dire, se le di lei parti fossero affatto staccate l'una dall'altra, come è d'uopo considerarla, quando si parla in astratto, per dar luogo alle dimostrazioni, *scorrendo essa per un piano, o fondo quanto si voglia diseguale, e scabro, potrebbero bene essere impedite quelle di lei parti, che a dirittura incontrassero gli ostacoli, ma non già le altre*, le quali dovrebbero seguitare o nella sua accelerazione, o nel grado di essa, acquistato nell'arrivare al moto equabile; ma considerando l'acqua nel concreto della sua viscosità, ne segue, che non solo sono ritardate le parti di essa vicine al fondo, o alle sponde, o, in una parola, vicine agl' impedimenti; ma anche quelle, che restano più lontane da essi: e perciò siccome ne' solidi, che hanno le parti perfettamente unite, il ritardamento di una porta seco il ritardamento di tutte le altre, così ne' fluidi, che hanno le parti disunite, ma non perfettamente, l'impedimento del moto d' una di esse influisce a rendere minore la velocità delle vicine, ma non egualmente; di maniera che *maggiore è la perdita delle parti più prossime alle impedite, minore nelle più lontane*, sino a rendersi insensibile, e ridursi a niente. E però anche in questo s'accordano le leggi del moto de' solidi con quelle de' fluidi, e dell'acqua, cioè che quanto maggiori saranno gl' impedimenti del piano declive, tanto minore sarà il grado di velocità acquistato prima di ridursi al moto equabile; ma discordano in ciò, che *gl' impedimenti del piano declive quanto ritardano una parte del solido, altrettanto ritardano il tutto; ma ne' fluidi più levano alle parti vicine all' impedimento, meno alle più lontane*. E questa è la terza differenza, che s'osserva nel moto de' fluidi paragonato a quello de' solidi.

Non operando adunque le resistenza del piano tanto in ritardare il moto del fluido, ne nasce, che rivoltandosi la direzione di esso ad altra parte ( siasi o discendente, o orizzontale, o ascendente ), *avrà esso*

*nel*

*nel punto del rivolgersi maggiore velocità di quella, che avrebbe un corpo solido in pari circostanze;* e perciò avrà maggior forza per risalire all'orizzontale del principio della caduta. E quì è d'avvertire un grandissimo vantaggio, che per ben osservare le leggi de' gravi cadenti riceve l'acqua dalla sua fluidità, o, per dir meglio, che ritrae una particella d'acqua dall'altre, che le stanno attorno.

Intendasi per lo piano A B disposta una serie di sferette A B, e sopra di essa un'altra C D, e sopra questa la terza serie E F ec.; e si concepisca, che tutte queste si muovano sopra del piano A B, in maniera che l'ultima parte di B sia stata la prima a muoversi, e dopo d'essa immediatamente la penultima. Crescendo adunque ne' gravi cadenti gli spazj scorsi, secondo l'ordine de' numeri dispari dall'unità, è necessario, che la sfera prima partita dalla quiete s'allontani sempre più dalla seconda; poichè supponiamo, che nello spazio di tempo il più picciolo, che si possa concepire, la prima sfera abbia fatto uno spazio, che chiameremo X, nel secondo farà 3 X, nel terzo 5 X ec.; e dovendo la seconda sfera nel suo primo tempo fare eguale spazio, che la prima, sarà il di lei primo viaggio X, ed il secondo 3 X,, fatto nel terzo tempo della prima sfera, nel quale avrà corso lo spazio 5 X; e perciò nel fine del secondo tempo essendosi scostata la prima sfera dal suo principio 4 X, nel tempo che la seconda non si è scostata che X, la differenza dello spazio, o la distanza delle sfere sarà di 3 X; ma nel tempo susseguente essendosi scostata la prima sfera dal suo principio 9 X, e la seconda solamente 4. X, viene la distanza delle sfere ad essere 5 X, e perciò maggiore della prima ec. Quindi è, che negli spazj fra una sfera, e l'altra della serie inferiore A B è necessario, che a cagione del proprio peso, e del mancar loro il sostegno inferiore A B succedano le sfere della serie immediatamente superiore C D, e ne' luoghi di queste le sferette della serie E F. Tav. 2. Fig. 13.

Da ciò rendesi evidente la ragione, per la quale *i fluidi, durante il tempo della loro accelerazione, sempre si assottigliano, e si abbassano di superficie.* Nè * è da dubitare, che le sfere della serie superiore, cadendo nell'inferiore, non abbiano nel punto di essa giustamente quel- * ANNOT. VII.

la

la medesima velocità, ch'avrebbero, se dal principio del piano fossero venute sino a quel punto, se si farà riflessione a ciò, che abbiamo detto di sopra. Ma se le sfere della serie inferiore A B saranno portate di moto equabile, quelle della superiore C D non discenderanno ec, e la superficie dell' acqua non si abbasserà. E se per lo contrario la sfera antecedente della serie inferiore si troverà ritardata da qualche impedimento, e succederà la susseguente non ritardata, converrà, che o l'una, o l'altra sia spinta nella serie superiore, e conseguentemente che la superficie dell'acqua si elevi.

Nel moto di un corpo solido egli è ben evidente, che *il di lui ritardamento non può essere riparato da cagione veruna, salvo che da nuova discesa;* ma nel moto fatto da più solidi, de' quali uno sta, e s'appoggia sopra di un altro, (che è l'istesso che dire nel moto de' fluidi) se la figura di essi vi concorra, * *la pressione del superiore può restituire immediatamente all' inferiore tutta, o parte di quella velocità, che gli è stata tolta dall' impedimento*, o piuttosto far sì, che questo non produca in esso quell' effetto, che per altro vi sarebbe succeduto; con questa regola però, che *la forza della pressione non può operare effetto veruno, se essa non sia valevole a produrre*, secondo il modo spiegato nel primo capitolo, *un grado di velocità maggiore di quello, che resta al mobile dopo l' azione dell' impedimento*, come pure è stato da noi dimostrato *alla Proposizione I. del lib. 4. della misura dell' acque correnti*, e come ho avuto l'onore di far vedere in esperienza a diversi personaggi qualificati, e fra questi agli Eminentissimi d'Adda, e Barberini, nel tempo che si trovavano quì in Bologna per lo regolamento dell'acque de' fiumi di Bologna, Ferrara, e Romagna. La ragione positiva di questa regola si è, che un agente non può agire in un mobile, se il movente non è mosso, o almeno in conato a muoversi, e che il mobile non può essere mosso dal movente, se o in se, o almeno paragonato al moto del movente, non è costituito in istato di quiete; condizione, che non può verificarsi, quando il mobile è affetto di velocità maggiore di quella, che abbia, o possa produrre il movente; poichè allora solo il mobile, anche mosso, ha ragione di quie-

* ANN. VIII.

quiescente, quando egli aspetta di ricevere, e non fugge l'azione del movente; e perciò non aspettando il corpo più veloce, anzi fuggendo l'azione del meno veloce, non può nè essere considerato in istato alcuno di quiete, nè ricevere l'azione medesima.

Essendo dunque ritardata una, o più delle sferette della serie inferiore A B, o pure *essendo ritardato il moto del fluido, converrà, ch' esso si elevi di superficie*, e che la sferetta ritardata, v. gr. B, la quale aveva sopra di se nel principio solamente due serie di simili sferette, per lo ritardamento seguito ne abbia quattro, o cinque, o più; e conseguentemente che *crescendo la pressione delle superiori* sopra la ritardata B, *venga successivamente a proporzionarsi l'azione della pressione al grado di velocità* residuo nella sfera B, e potendo, secondo la regola predetta, concorra ad ajutarla, con imprimerle nuovo sforzo, atto a superare l'impedimento, o a risentire la di lui azione meno di quello che farebbe un corpo solido. Quindi ne nasce, che essendo considerabili gl'impedimenti, anderanno tanto crescendo in altezza le serie delle sferette, che potranno, occorrendo, arrivare fino al livello del principio del piano declive, ed allora sarà costituita la sferetta B in uno stato, che potrà ricevere il grado di velocità dovuto alla discesa A B, ovvero A O, quando nessun'altra cosa le avesse resistito; il qual grado perciò sarà atto a cagionare il risalto dell'acqua fino all'orizzontale A G, o solo tanto minore, quanto può detrarre la resistenza, che fa l'aria alla salita B G: e su questo fondamento s'appoggia l'assioma degl' Idrostatici, che l'*acqua tanto riascende, quanto è discesa*, cioè fino ad equilibrarsi all'orizzontale medesima. Io ho nominata più volte la pressione non come la cagione della velocità, che, come si è detto nel primo Capitolo, d'altronde si deve desumere, ma solo come causa del muoversi, e del superarsi più facilmente le resistenze per l'aumento del peso assoluto, che maggiormente opera contro di esse.

*In questa* quarta notabile *diversità*, che hanno *i fluidi* da' solidi, *si rendono essi molto più ubbidienti alle leggi de' gravi cadenti;* poichè può bene darsi il caso, che un solido, dopo la discesa per A B, dovendo risalire per lo piano B C, non vaglia a superare la di lui acclività; Tav. 1. Fig. 11.

clività; ma questa impotenza non può succedere al fluido, il quale *quando sia in copia bastevole*, purchè il punto C sia più basso di A, *assolutamente lo trapasserà, e discenderà fino in* H, posta anche qualsisia resistenza, purchè non totale, al di lui moto. La medesima ubbidienza si riscontra ne' fluidi *in discendere per qualsisia piano* (quanto si voglia poco inclinato, e pieno di molti impedimenti), ed *in accelerarsi a proporzione per essi*, a differenza de' solidi, che per piccole che siano le resistenze, in poca inclinazione di piano ponno non muoversi di sorta
* ANNOT. IX. alcuna: * anzi *sopra de' piani orizzontali, ne' quali assolutamente è negato qualunque moto a' corpi solidi, possono scorrere i fluidi*, sottentrando al difetto dell'inclinazione il peso, e la pressione del proprio corpo.

Da tutte le antecedenti considerazioni evidentemente apparisce, che *le leggi de' gravi s'esercitano egualmente e ne' corpi solidi, e ne' fluidi*, e che trattandosi della discesa semplice d'un solido solo, si possono ben riscontrare nel di lui moto più facilmente le leggi predette, che in un fluido, il quale è l'aggregato di molti solidi; ma in questo facendosi operare la pressione, si ha il vantaggio della minore resistenza fatta dagl' impedimenti; e perciò in tal caso si ritrovano più sinceramente, ed esattamente eseguite le regole dimostrate dal Galileo intorno la caduta de' gravi. Siccome dunque non v'ha dubbio, che la gravità non sia la causa del moto nelle acque correnti, così non si ha da dubitare, che la fluidità non sia una causa coadjuvante del medesimo.

* ANNOT. X. * Quanto poi alle regole, che si osservano dalle acque de' fiumi nel loro corso, egli è certissimo doversi esse desumere dalle predette due cagioni; e perciò applicando la dottrina poco di sopra addotta al moto de' fiumi, pare, che resti evidente, che ec.

## REGOLA I.

* ANN. XI. * *L'acqua passando dalla quiete al moto o nell'uscire dalle vasche delle proprie fonti, o nello squagliamento delle nevi, o in altra maniera, acquista nella discesa per gli alvei de' fiumi, che sono altrettanti piani, per lo più inclinati all'orizzonte, qualche grado di velo-*

*loci-*

*locità ; * ma questa ben presto si riduce all' equabilità* per le grandi resistenze, che incontra l'acqua al suo moto, come sono la poca declività degli alvei medesimi; le grandi inegualità de' fondi, bene spesso pieni di sassi, o ghiaje; gli ostacoli lateralmente esistenti nelle ripe, le tortuosità de' fiumi ec.: impedimenti tutti, che pongono un ostacolo considerabilissimo al corso dell'acqua, atto a distruggere, presso che del tutto, ogni velocità antecedentemente acquistata. * ANN. XII.

## REGOLA II.

*Ridotto che sia il corso dell' acqua all' equabilità, le dee però restare impressa quella velocità, che ha acquistata antecedentemente nello scorrere per lo suo piano; e questa è regolarmente maggiore, quanto maggiore è la declività del suo letto*; poichè avendo maggior forza di superare gl'impedimenti l' acqua, che scorre per un alveo più inclinato, che non ha quella, la quale corre per un meno inclinato, viene ad avere maggior proporzione la forza al suo resistente nel primo caso, che nel secondo; e dovendo, per ridursi all'equabilità, essere eguale l'aumento della velocità, che succederebbe, all'impedimento del resistente, ne nasce in conseguenza, che più tardi si faccia tale uguaglianza, o che maggiori si aggiungano i gradi della velocità all' acqua, quanto maggiore è la declività: e questa è la ragione, per la quale i torrenti, che scendono dalle montagne con precipitose cadute, superano facilmente gli ostacoli ordinarj, che loro si oppongono per freno del corso.

## REGOLA III.

Dalla medesima ragione facilmente si può dedurre, *che * la velocità di un fiume allora sarà maggiore, quando più grande sarà il corpo d'acqua, che porterà;* posciachè ( supposto il medesimo pendìo, e le medesime resistenze ) avrà più forza di superare queste la copia più grande dell' acqua, come più grave, che la minore; e perciò i fiumi nelle loro piene corrono con maggiore velocità, che ne' tempi, ne' quali sono più magri di acqua; il che è vero ancora per un'altra ragione, cioè perchè l'acqua più alta, e per conseguenza maggiormente lontana dal fondo, più si scosta dalle resistenze di esso. Bisogna però avver- * ANN. XIII.

tire di non lasciarsi ingannare dall' apparenza, che ordinariamente lusinga gli uomini a giudicare della portata dell' acqua di un fiume dalla grandezza della sezione di esso, senza considerazione della velocità; poichè può darsi il caso, che l' altezza maggiore dell' acqua dipenda dal ritardamento della velocità, non dall' accrescimento di acqua nel fiume, e che in vece che dall' altezza maggiore si possa arguire maggior velocità, piuttosto si riscontri minore; ma ciò non succederà ne' nostri supposti.

## REGOLA IV.

* ANN. XIV. * *Ne' fiumi, ne' quali la maggior altezza viva dell' acqua ajuta le parti impedite di essa a non cedere tanto alla forza degli ostacoli, quanto minore sarà la larghezza dell' alveo, tanto maggiore sarà la velocità.* La ragione è manifesta, perchè negli alvei più ristretti il medesimo corpo d' acqua corrente più si eleva di superficie; ma, per lo supposto, maggiore altezza d' acqua maggiormente ajuta a superare gl' impedimenti, e quanto più facilmente si superano gl' impedimenti, tanto maggiore riesce la velocità: adunque negli alvei più ristretti ec. maggiore si farà la velocità, e per conseguenza più tardi si arriverà al moto equabile, e più gradi di velocità si avranno in esso. Vero è, che le sponde più ristrette, accostandosi più a tutte le parti dell' acqua, fanno, che gl' impedimenti laterali altresì più operino; ma ciò non ostante se non s' arrivi all' eccesso, più potrà sempre l' accrescimento della velocità acquistata per l' altezza, che il ritardamento fatto dalle sponde.

## REGOLA V.

*Ma que' fiumi, ne' quali l' altezza del corpo d' acqua non accresce la velocità, e che vanno tuttavia accelerandosi, quanto maggiore avranno la larghezza, tanto più veloci saranno.* La ragione si è, perchè in maggior larghezza più abbassandosi la superficie dell' acqua, viene ogni parte di essa ad aver fatta maggior discesa, e perciò ad aver acquistati più gradi di celerità. Dee però avvertirsi, che l' abbassamento dell' acqua non sia tanto grande, che avvicinandosi di soverchio al fondo, non ri-

risenta maggiormente gl'impedimenti del medesimo; altrimenti succederà tutto il contrario; e perciò la Proposizione si dee intendere in termini abili.

## REGOLA VI.

*Se la velocità di un fiume, dopo una conveniente discesa, sia resa equabile, e dopo ritrovi tali impedimenti, che bastino a distruggere una parte di essa; in tal caso bisognerà, ch'ella si diminuisca, e ne sieguano nel fiume quegli effetti d'alzamento, che devono succedere al rallentarsi del moto; ma cessati, o oltrepassati gl'impedimenti, tornerà l'acqua a riassumere i perduti gradi di velocità, sino a riacquistare quello, che è dovuto al pendìo del letto, al corpo di acqua, ed alla qualità degl'impedimenti, che sono continui per tutto l'alveo.* Quindi è, che trovando per l'ordinario *l'acqua corrente* nel suo flusso nuovi ostacoli, e non essendo questi per lo più continuati, non si trova quasi mai *in* essa *una perfetta equabilità di moto, se non quando questa deriva solamente dagli sfregamenti col fondo, e con le ripe*, che sono resistenze necessarie, e continuate per tutto il tratto dell'alveo. Da ciò anche deriva, che *i fiumi, che corrono in ghiara, non ostante che abbiano l'alveo inclinato considerabilmente, sono sempre in un continuo acceleramento, e ritardamento;* ed al contrario *quelli, che corrono in sabbia, godono una maggiore uniformità di moto.*

Tra gl'impedimenti, che si frappongono al corso dell'acqua, uno de' più considerabili è la perdita, o la diminuzione della pendenza, alla quale succede il ritardamento della velocità dell'acqua, la quale quando prima sia stata equabile, non mai potrà riacquistarsi, se non torni in essere il primiero pendìo, o non si diminiuiscano a proporzione le resistenze. Che *se il corso dell'acqua non sia intieramente ridotto all'equabilità, lo scemarsi del declivio farà* almeno, *che la velocità più presto s'eguagli*, e potrà anche far sì, che il grado di velocità acquistato si scemi, secondo la differenza, che sarà fra il pendìo antecedente, e il susseguente.

Se le acque fossero corpi solidi, non dovrebbe cercarsi la velocità

del loro moto, che nell' accennata inclinazione dell' alveo; ma per l' altra parte la declività, che ordinariamente si trova nel letto de' fiumi, anzi quella, che si riscontra ne' torrenti più rapidi, non sarebbe bastante, per ragione dell' inegualità de' fondi, a permettere, che le acque potessero discendere al basso, come non lo permette a' corpi solidi di maggior peso e specifico, ed assoluto; ed in fatti, gelata che sia l' acqua de' fiumi, cessano essi dal correre. Noi abbiamo perciò detto di sopra, che, acciò le acque possano scorrere per i loro alvei, si richiede l' ajuto della fluidità, per causa della quale può impedirsi, o ritardarsi una parte di esse, senza che questo ritardamento tiri seco egualmente quello di tutte le altre. La fluidità perciò opera molto in permettere, che la gravità cagioni velocità nell' acqua corrente, perchè essendo certo per la stessa ragione della fluidità, che * trovandosi l' acqua in qualche altezza di corpo, le parti superiori premono le inferiori, e colla forza della caduta le obbligano a ricevere uno sforzo di muoversi verso qualsivoglia differenza di luogo, che ridotto all' atto, produce nelle parti, che ne sono dotate, quel preciso grado di velocità, che loro avrebbe dato la discesa dalla superficie dell' acqua fino al luogo, nel quale ciascheduna di esse si trova; bisogna confessare, che *la velocità dell' acqua non solo dipende dalla discesa fatta per un alveo declive, ma ancora dal peso, o pressione esercitata dalle parti superiori sopra le inferiori*, secondo la Regola assegnata di sopra.

* Ann. XV.

## REGOLA VII

Quindi è, che *ne' fiumi presso le loro origini, dove regolarmente hanno cadute considerabili, la velocità dell' acqua si desume più dall' accelerazione, che dall' altezza del corpo dell' acqua medesima*; ma nello scostarsi che fanno dal loro principio (resa insensibile, e talvolta levata affatto la declività dell' alveo) ne siegue, che contrastando sempre gl' impedimenti alla velocità del fiume, finalmente si distrugga ogni grado di velocità acquistata per la caduta; ma non perciò si tolga il corso al fiume, sottentrando l' altezza dell' acqua a produrre quella velocità, che è necessaria allo scarico dell' acqua somministrata dalla parte superiore dell' alveo; * e per-

* Ann. XVI.

perciò *i fiumi di poca declività sono più veloci di corso, quanto maggiore è l'altezza viva dell'acqua, che portano*.

Dipendendo dunque il corso de' fiumi dalla caduta, e dall'altezza del corpo di acqua, e non riconoscendo mai una parte di acqua, e la sua velocità, che da un solo principio, *può darsi il caso, che*, trattandosi di tutta quella quantità di acqua, che passa nel medesimo tempo per una data sezione di fiume, *una parte*, per esempio l'inferiore, *abbia la velocità regolata dall'altezza viva dell'acqua; e l'altra parte*, v. gr. la superiore, *dalla discesa, trovandosene anche qualche altra, nella quale si pareggino le efficienze delle due cause*; di maniera che tutte le parti d'acqua inferiori ad essa siano veloci per l'altezza dell'acqua, e tutte le superiori per la caduta.

Sia, per esempio, il lago, o fonte A B E, dal quale esca l'acqua, che debba scorrere per lo canale connesso, ed inclinato B K, e l'acqua nella prima sezione abbia l'altezza B A, e sia la linea E S l'orizzontale per la superficie dell'acqua del lago; certa cosa è, che essendo l'acqua in B nel primo punto della pendenza B K, non può avere altra velocità, che la dovuta all'altezza, che ha la superficie del lago sopra il fondo B dell'emissario; e perciò il punto B avrà la velocità, ch'è dovuta all'altezza B R, o alla discesa E B, e la superficie dell'acqua nella prima sezione in A avrà quella velocità, che è propria della discesa E A, o dell'altezza S A; continuandosi poscia il moto per lo canale BK, ed accelerandosi continuamente tutte le parti dell'acqua, * si disporrà la superficie di questa in una linea curva A L I, che anderà sempre accostandosi al fondo B K a misura dell'accrescimento, che avviene alla velocità. Tirata perciò per lo punto E la E O perpendicolare all'orizzonte, circa di essa, come asse, si descriva la linea curva E B D F P, che, astraendo da tutti gl'impedimenti, dovrebbe essere parabolica. E supposto che l'acqua del fondo, giunta che sia in G, incontri tali impedimenti, che possano ridurla all'equabilità, si tiri per lo punto G la linea G D M orizzontale, la cui parte M D mostrerà la velocità del punto G; e supponendo pure, che le resistenze da G in K continuino senza accrescersi, o sminuirsi, sarà la velocità da G in K sempre la

*Tav. 3. Fig. 14.*

* ANN. XVII.

la medesima; e perciò per lo punto D tirata la linea D T parallela alla M O, tutte le velocità del fondo anderanno a terminare nell'ambito della figura E B D T, composta della curva E D, e della retta D T; ma perchè nella medesima sezione la superficie L non è tanto veloce, quanto il fondo G, per avere minore la discesa, la cui differenza è C M, continuerà il punto L ad accelerarsi, v. gr., fino al punto V, l'orizzontale del quale coincida con quella del punto G: ed allora l'acqua nella perpendicolare della sezione V X sarà di eguale velocità tanto nella superficie, che nel fondo del canale X K.

Questo caso però se non è impossibile, almeno è molto raro, perchè regolarmente l'acqua è più impedita nel fondo, che nella superficie; e perciò fattasi eguale la velocità di V a quella di G, non cesserà la velocità di V d'aumentarsi di vantaggio. Supponiamo adunque, che l'accrescimento della velocità si renda sempre maggiore fino in I, e quivi si faccia l'equabilità: condotta dunque per lo punto I l'orizzontale I N, sara F N la velocità di I; e perchè questa più non può accrescersi, condotta per F la linea F H parallela ad N O, tutte le velocità della superficie dell'acqua da A in I ec. anderanno a terminare alla circonferenza E B F H, composta della retta F H, e della curva E B F, e le velocità di tutte le altre parti fra la superficie, ed il fondo avranno la sua equabilità ne' punti fra D, ed F, da ciascheduno de' quali se si tireranno delle parallele all'asse E O, saranno queste racchiuse fra le due D T, F H: dal che si raccoglie, che in tal supposto la maggiore velocità del canale, o fiume nella parte inferiore al punto V è nella superficie dell'acqua, minore nel fondo, e nelle parti di mezzo tanto è maggiore, quanto più l'acqua sta lontana dal fondo; che è quello, che io notai nello Scolio della Proposizione IV. *del secondo Libro della misura delle acque correnti*.

Ciò esposto, se dopo ridotte tutte le parti dell'acqua all'equabilità, s'incontrassero nuovi impedimenti, che levassero gran parte della velocità acquistata, certa cosa è, che a proporzione della velocità levata dovrebbe alzarsi il corpo d'acqua, la quale quando nell'elevarsi ricevesse dalla sua altezza tanta energia, che potesse imprimere nelle parti

più

più basse delle sezioni velocità maggiore di quella, che loro era restata, dopo la porzione levata dagl' impedimenti, non v' ha dubbio, che elevatasi l'acqua a tanta altezza, che le potesse bastare per iscaricarsi, non crescerebbe ella di vantaggio, ma in tale stato continuerebbe il suo moto, quando si continuassero gl' impedimenti medesimi.

* Per esempio, supponiamo, che l'acqua nel correre abbia acquistata nell'atto di ridursi all'equabilità una velocità competente a dieci piedi di caduta, o di discesa, e che perciò l' acqua, attesa anche la sua quantità reale, debba scorrere con un'altezza di corpo di quattro piedi nella sua sezione. Questa altezza dunque dovrebbe sempre mantenersi, continuandosi gl'istessi impedimenti, e la stessa larghezza, e pendenza di alveo. Ma incontrandosi maggiori resistenze, supponiamo, che queste levino a tutta la sezione del fiume la metà della velocità antecedente: è certo *per la Proposizione III. del primo libro della misura delle acque correnti*, che in tal caso l'altezza dell' acqua dovrebbe crescere il doppio, cioè a piedi 8.; ma perchè, se alla discesa di piedi 10. corrisponde una velocità determinata, la metà di essa non compete, che a una quarta parte della predetta caduta, cioè a piedi due, e mezzo, potrà l'altezza primiera dell'acqua fare qualche sforzo contro le resistenze; ma non bastando, nell'elevarsi che farà l'acqua, trovando la velocità competente alla caduta di soli piedi due, e mezzo, sottentrerà essa a premere le parti inferiori dell'acqua, e ad imprimere loro gradi maggiori, non permettendo, che gli ostacoli levino tutta quella velocità, che per altro avrebbero levata. Onde quando si sarà alzata l' acqua tanto, che basti a restituire alla sezione intiera tutta quella somma di velocità, che le è dovuta per iscaricarsi, non s' alzerà di più; ma fermerassi nell' alzamento acquistato. E perchè in tale stato necessariamente dee darsi, che in tutte le parti dell' acqua si trovi dimezzata la primiera velocità, ma in alcune più, in altre meno della metà, di maniera che gli eccessi, e i difetti da questa vicendevolmente si compensino; quindi è, che quelle parti, che avranno velocità tale, che possa essere accresciuta dall' altezza dell' acqua, nell' accrescersi che fa successivamente, ricupereranno qualche parte della perduta velocità, e quel- * ANN. XVIII.

le,

le, che non ostante la perdita fattane ancora conservassero il rimanente maggiore di quella, che potesse contribuire l'altezza dell'acqua predetta, la riterrebbero nello stato medesimo senza veruna alterazione; se pure i moti sregolati, che fa l'acqua nell'alzarsi di corpo, non servissero di nuovo impedimento. Dal che apparisce, che l'acqua predetta non si eleverebbe agli otto piedi supposti, se non nel caso, che la velocità dell'acqua vicino al fondo restasse scemata della sua metà, ed altrettanta fosse la velocità, colla quale scorressero gli altri quattro piedi di altezza aggiunta.

Perchè dunque, come si dirà a suo luogo, le inclinazioni degli alvei sempre più si sminuiscono, quanto più si scostano dal loro principio; quindi ne nasce, che trovandosi sovente essere così poca *la declività dell'alveo*, che l'angolo formato dalla linea del fondo con l'orizzontale non arrivi ad essere sensibile (come appunto è in un pendìo simile quello del nostro Reno, che nelle parti inferiori non arriva a cinquantadue seconde), perciò tal declività in alcuni casi *poco opera a rendere veloci le acque de' fiumi, fuorchè nelle parti molto vicine alla superficie dell'acqua*, che sono assai dilicate per risentire ogni picciolo sconcerto del loro equilibrio. Onde è, che *le parti più vicine al fondo non scorrono al basso per cagione del declivio dell'alveo, ma solo per l'altezza dell'acque superiori*; così le mezzane, e le più alte, secondo la diversa declività del fondo dell'alveo.

## REGOLA VIII.

Ciò fa conoscere, che *l'acque libere de' fiumi hanno diverse velocità in ognuna delle perpendicolari della stessa sezione*, poichè le parti superficiali ponno avere una velocità apparentemente considerabile; le più basse un poco meno; quelle di mezzo molto più; e le vicine al fondo (prescindendo dalle resistenze) anche più: ma in realtà (mettendo queste a conto) qualche cosa di meno di quelle del mezzo; dal che pare a prima vista rendersi dubbiosa ogni regola di misurare le acque correnti. Contuttociò, * se il metodo assegnato da noi *nel libro 4. della misura delle acque* s'applicherà a' luoghi proporzionati, ne' quali

* ANN. XIX.

quali l'altezza viva dell'acqua sia la più grande, che avere si possa, e che l'alveo sia di poco pendìo, e coll'avvertenza, negli altri casi, di toglier di mezzo tutta la velocità acquistata per la caduta, che ordinariamente è nelle parti superficiali dell'acqua (il che si fa esquisitamente coll'abbassare le cateratte motivate *in detto libro*; anzi si può farne la prova, con fare il calcolo dell'acqua corrente più volte, tenendo abbassata la cateratta ora più, ora meno; il che anche maggiormente assicura, che le larghezze de' regolatori siano vive) non sarà affatto impossibile di misurare qualunque acqua corrente. Anzi ne' casi di poca pendenza di alveo, e ne' fiumi, che si chiamano rassettati di corso, la velocità della superficie trascurata non può fare molto divario, anzi piuttosto con quest'aggiunta si può assai bene compensare ciò, che detrae alla vera misura l'impedimento delle sponde, e del fondo de' regolatori.

Non è da tacere un'altra cagione, che opera nel far crescere, o sminuire la velocità nelle parti dell'acqua, o debbasi essa desumere dalla caduta, o dall'altezza; ed è l'aderenza, o viscosità, o collegazione, benchè poca, che hanno insieme le particelle, tuttochè minime, dell'acqua. Perchè, siccome vediamo, che *rallentandosi il moto vicino alle sponde, vengono similmente, benchè sempre meno, impedite anche le parti da esse più lontane*; e che all'incontro ristringendosi il filone alla ripa, la velocità di questo influisce ad accelerare l'acqua vicina, non ostante la resistenza, che vi trova; così è fuori d'ogni dubbio, che, trovandosi le parti inferiori con moto assai veloce, ne dovranno comunicare qualche parte alle superiori, e che nella medesima maniera gl'impedimenti del fondo ritarderanno non solo l'acqua, che vi sta immediatamente vicina, ma anche quella, che da esso maggiormente si scosta: e questa è una delle ragioni, per la quale ne' canali orizzontali s'osserva qualche velocità nella parte superiore dell'acqua; mentre per altro non avendo questa veruna pressione, parrebbe, che secondo ogni ragione dovesse restare priva d'ogni moto, o solo averne quel tanto, che può conciliarle in qualche parte la declività della superficie, che è insensibile. E da ciò anche deriva in parte, che nelle piene de' fiumi le acque si rendono più veloci; poichè accrescendosi per la maggiore al-

tezza dell'acqua la velocità alle parti inferiori, questa viene ad essere partecipata ancora alle parti superiori, per ragione dell'aderenza, che hanno queste con quelle. Di tale variazione però nella misura dell'acque non si dee tener conto veruno; attesochè quanto di moto le meno veloci assumono in se per la comunicazione delle più veloci, altrettanto queste ne perdono; e non per altro le più veloci si ritardano per la vicinanza di altre meno veloci, se non perchè le prime si spogliano di una parte della propria velocità, partecipandola alle seconde; ond'è, che per tale ben aggiustata compensazione non accrescendosi, nè sminuendosi la somma del moto, nè meno si altera la velocità media, dalla quale principalmente dipende la misura dell'acque correnti.

Da tutto il predetto si può raccogliere per modo di epilogo, ( 1 ) che *due sono le cause immediate della velocità nelle acque de' fiumi*, cioè una la declività dell'alveo, e l'altra l'altezza viva del corpo dell'acqua, o per dir meglio, l'accelerazione del moto acquistata nel discendere dell'acqua per l'inclinazione dell'alveo, e la celerità dovuta alla caduta dall'altezza viva della sezione fino alla parte di acqua da essa resa veloce: ( 2 ) che *dette due cause non operano unite; ma solo per ragione della prevalenza*; di modo che, se più vale l'accelerazione del pendìo, che l'altezza viva dell'acqua, a quella, e non a questa deesi la velocità; e per lo contrario: ( 3 ) che *nella medesima sezione, ma non nella medesima parte dell'acqua può avere luogo l'una, e l'altra di dette cause nello stesso tempo*; di modo che una parte riconosca la sua velocità dall'altezza dell'acqua, l'altra dal pendìo dell'alveo: ( 4 ) che *ne' fiumi di poca declività ha luogo, per la maggior parte, la velocità nata dall'altezza dell'acqua, ed in quelli, che hanno molta caduta, può aver luogo questa, più che l'altezza, in rendere l'acqua veloce; ed in qualche caso può operare la sola caduta*: ( 5 ) che *la velocità della superficie dell'acqua è sempre effetto della declività di essa*, e ne' canali orizzontali anche della viscosità, che si trova fra le parti dell'acqua: ( 6 ) che *nella misura dell'acque correnti si dee fare in modo, che tutta la velocità della sezione dipenda dalla sola altezza*; il che si può ottenere, abbassando delle cateratte sotto la

super-

ſuperficie dell' acqua, che l' obblighino ad elevarſi, e ad accreſcere le velocità inferiori, ſe ve ne ſono, provenienti dall' accelerazione per lo pendìo. Dal che ſi può dedurre, ( 7. ) che * *i fiumi, i quali non hanno ſenſibile declività, tanto ſaranno più veloci, quanto maggiore ſarà il corpo d' acqua, che porteranno,* ſuppoſta in eſſi eguale la larghezza dell' alveo, oppure *quanto maggiore ſarà la loro altezza viva* : ed ( 8. ) finalmente, che *i fiumi, i quali portano eguale quantità d' acqua, quanto ſaranno più riſtretti, ſaranno anche tanto più veloci; quanto più larghi, tanto meno veloci*; e perciò nelle ſezioni più ſtrette del medeſimo fiume s' oſſerva maggiore velocità di corſo. * ANN. XX.

# CAPITOLO QUINTO.

## *Della ſituazione del fondo de' fiumi, cioè delle profondità, larghezze, e declività de' medeſimi.*

AMmettendo per certo ciò, che diffuſamente abbiamo ſpiegato nel Capitolo antecedente, paſſeremo ora, per così dire, ad anatomizzare gli alvei de' fiumi, in ordine alle loro profondità, larghezze, e declività; e perchè queſte meritano maggior rifleſſione, s' incomincierà a diſcorrere di eſſe.

* E' concetto quaſi univerſale degli uomini, che i fiumi richiedano della caduta, acciò le acque poſſano correre, cioè che ſia neceſſario, che il fondo del fiume ſia inclinato all' orizzonte, acciò le acque poſſano portarſi al loro termine. Non s' accordano però tutti gli Autori in aſſegnare la quantità neceſſaria di queſto declivio; poichè Vitruvio *al lib. 7 cap.* 8. per gli acquedotti ricerca un mezzo piede di caduta per ogni cento piedi di lunghezza, *ne minus in centenos pedes ſemipede*, cioè a dire 25. piedi per miglio. Il Cardano *de variet. lib. 1. cap. 6.* per condurre canali d' irrigazioni, ſi contenta d' un' oncia ogni *600.* piedi di lunghezza, che ſono oncie otto, e un terzo per miglio; ma per gli acquedotti * ANNOT. I.

chiusi, come per li sifoni, e per i tubi, *omnis*, dice egli, *differentia satisfacit*, *in canalibus*, *&* *rivis non ita*. Leon Battista Alberti, e lo Scamozzi ne vogliono un piede per miglio; ed il Barattieri *Archit. de acq. part.* I. *lib.* 6. *cap.* 5. determina, col consenso de' migliori Architetti, che la caduta necessaria ad un fiume debba essere la mille ottocentesima parte della lunghezza, cioè a dire piedi due, e tre quarti per miglio.

Io non posso darmi a credere, che alcuno degli Autori predetti voglia intendersi, che se un fiume, o acquedotto non abbia un piede, o due, o tre ec. di caduta, non possa per esso avervi corso l'acqua. Ed in fatti il Barattieri, sapendo bene, che molti fiumi scorrono al mare, senza che i loro alvei abbiano la caduta da esso ricercata, asserisce essere ella solo necessaria, acciò le acque possano correre *comodamente bene*: forma di parlare assai equivoca, come esprimente un grado di velocità estimativo, il quale, secondo le circostanze, può essere diverso, e necessaria perciò diversa declività per ottenerlo; anzi *nel cap.* 6. cerca egli il modo, con che le acque *possano farsi l'impulso necessario da fare il moto per correre sopra piani orizzontali*, *ovvero poco pendenti*.

Basta riflettere al principio d'Archimede, addotto da esso nel libro *de insidentibus acquæ*, ed a ciò, che da noi è stato dimostrato *nel primo Capitolo alla Proposizione* 4., per mettere in chiaro, che le acque per portarsi da un luogo all'altro, non hanno bisogno d'alcuna inclinazione di alveo; e se non altro, basta consultare l'esperienza, la quale giornalmente mostra, che le acque stagnanti dispongono la propria superficie in un piano orizzontale, e che aggiugnendosi da una parte acqua nuova, non resta essa sollevata sopra la primiera; ma abbassando se medesima, o spinge l'altra fuori del vaso, o fa alzarla di superficie, fin che di nuovo si faccia l'equilibrio: e ciò, qualunque sia la disposizione del fondo. Noi dimostreremo dunque questa Proposizione.

## PROPOSIZIONE I.

*Acciò un fiume corra al suo termine, non è necessario, che il di lui fondo abbia alcuna declività.*

Sia

Sia A B il fondo d'un canale, sopra cui l'acqua equilibrata all'orizzontale F C, e comunicante con C D, che s'intenda essere la superficie del mare; e suppongasi, che dalla parte A F sia aggiunta l'acqua F G: certa cosa è, ch'ella non potrà restare in F G; ma premendo la sottoposta A H, l'obbligherà a scorrere verso B, qualvolta le sia impedito il flusso dalla parte di A F; e perciò l'acqua del canale A B scorrerà sopra il fondo A B orizzontale verso il mare C B E D. Che se si intenderà, che successivamente dalla parte di A F venga somministrata nuov'acqua, dovrà conseguentemente continuarsi il corso da A in B, che sarà sempre uniforme, se uniforme sarà l'ingresso dell'acqua nel canale, e resti nello stato medesimo la superficie del mare C D. Non è dunque necessaria alcuna declività nel fondo d'un fiume, o canale, acciò l'acqua vi scorra; ma * basta, che la superficie della posteriore sia più alta di quella dell'anteriore, benchè la differenza sia insensibile; il che ec. Tav. I. Fig. 19. * Annot. II.

COROLLARIO I.

Di quì è manifesto, che potendo l'acqua F G aggiunta essere così poca, che non abbia sensibile proporzione a quella del canale A B, *può darsi il caso, che il corso dell'acqua del detto canale A B rendasi impercettibile, e che la superficie dell'acqua corrente F C resti come orizzontale*, e stagnante; ma *se l'acqua F G sarà in maggior copia, sarà anche più sensibile il corso, e più manifesta l'inclinazione della superficie.*

COROLLARIO II.

Quindi è evidente *non potersi determinare veruna declività necessaria alla superficie dell'acqua, acciò essa possa correre*, come pretende il Barattieri *nell'allegato Cap. 6.*; ma solo in genere può dirsi, che *quanto maggiore è il corpo d'acqua, che dee passare per l'istesso canale orizzontale, tanto maggiore necessariamente sarà la declività della superficie*, prescindendo però sempre dall'impeto impresso, in vigore del quale può l'acqua scorrere colla sua superficie non solo orizzontale, ma ancora acclive, come s'osserva in molti casi.

Ciò

Ciò è vero, ogni volta che il fondo A B s'intenda più basso del livello dell'acqua C D, ed in maniera, che l'altezza di essa C B sia d'impedimento al corso del canale orizzontale A B: * ma se il fondo A B fosse nella stessa linea orizzontale con B D, o più alto, allora avrebbe luogo ciò, che da noi è stato dimostrato *al Corollario I. della Prop. I. del V. Libro della Misura dell' Acque correnti*, cioè che la superficie dell'acqua, la quale scorre per li canali orizzontali, deve essere sempre parallela al fondo di essi; e ciò pure si dee intendere, o prescindendo dalle resistenze del fondo, e delle sponde, oppure supponendole dappertutto eguali; altrimenti, perchè vicino all'uscita si sminuiscono le predette resistenze, ivi l'acqua si renderà più veloce, e conseguentemente s'abbasserà di corpo, descrivendo colla sua superficie la linea curva F G H. Ma se il canale A B s'intenderà prolungato indefinitamente dalla parte di A, dimodochè il corso dell'acqua non risenta il difetto delle resistenze vicino all'uscita, allora si verificherà esattamente la proposizione predetta.

* ANNOT. III.

*Tav. 3. Fig. 16.*

Essendosi adunque dimostrato, che l'acqua, per condursi da un luogo all'altro, non ha bisogno di declivio nel fondo dell'alveo, ma solo che la di lei superficie sia regolarmente qualche poco più alta di quella del luogo, al quale essa ha da terminare il suo corso, e che quanto maggiore è il corpo d'acqua, che dee correre per lo stesso canale orizzontale, tanto maggiore nell'uno, e nell'altro de' due casi proposti deve essere la predetta differenza di altezza; io non so abbastanza maravigliarmi, perchè mai siano state così concordi le opinioni degli Autori in volere, che sia necessaria la declività del fondo de' canali alle acque correnti, e nello stesso tempo così discordi in determinarne la quantità: se forse non è egli stato dal credere, che l'unica causa della discesa delle acque per gli alvei de' fiumi sia l'inclinazione del fondo, e che questa, misurata da essi, sia poi stata trovata differente, secondo la diversità de' fiumi medesimi. Può essere adunque, che Vitruvio trovasse negli acquedotti di Roma un mezzo piede di caduta ogni cento piedi di lunghezza, e che gli altri misurassero ne' fiumi de' loro Paesi le declività assegnate, e finalmente che ognuno dalle proprie osservazioni deducesse una regola generale per tutti gli altri fiumi.

Quan-

Quanto ſia erroneo queſto metodo, non occorre dimoſtrarlo per altra ſtrada, che per quella dell'eſperienza; poichè, ſe ſi livellerà la caduta di diverſi fiumi, i quali in ſiti omologi portino diverſa quantità di acqua, non ſi troverà ella la medeſima in tutti, ma ſempre minore in quelli, che nelle loro eſcreſcenze camminano più gonfj; anzi miſurando la caduta dello ſteſſo fiume in luoghi diverſi, ſi troverà, che tra le montagne avrà eſſo inclinazioni d'alveo precipitoſe, e nelle pianure molto minori, e che alcuni fiumi ſono veramente declivi di fondo, ed altri affatto orizzontali. * Dal che evidentemente appariſce, che *la caduta non tanto è cagione della velocità de' fiumi, quanto effetto della medeſima*; eſſendo comune oſſervazione, che i fiumi aſſai veloci ſi profondano l'alveo, e con ciò ſi ſcemano le cadute, e che i tardi di moto, ſe corrono torbidi, s'interriſcono i letti, e con ciò accreſcono le declività a' loro fondi; ond'è, che da alcuni ſono chiamati i fiumi divoratori delle campagne, e da altri bonificatori delle medeſime, verificandoſi d'eſſi l'uno, e l'altro epiteto, in diverſità però di circoſtanze. Quindi è, ch'io non ho mai ſaputo immaginarmi di dover cercare qual caduta ſia neceſſaria ad un fiume per altro fine, che per accertarmi, che il medeſimo non interriſca il proprio alveo colle depoſizioni, non avendone quanto baſta; o avendone la maggiore del biſogno, non l'eſcavi di ſoverchio con danno notabile delle proprie ripe.

* ANNOT. IV.

Perchè ciò reſti fuori d'ogni dubbio, io prendo a diſcorrerla in queſta maniera. Egli è certo, che i fiumi intanto ſi profondano, ed allargano l'alveo, in quanto per la violenza del proprio moto corrodono, e portano via la terra, che forma le ſponde, ed il fondo: egli è dunque neceſſario, che la forza ſcavante ſuperi la reſiſtenza della terra, o d'altra materia, che forma l'alveo al fiume; altrimenti eſſendo l'una eguale all'altra, non ſuccederà effetto veruno d'eſcavazione, e molto meno ſe la reſiſtenza ſarà maggiore della forza. Egli è altresì evidente, che un fiume non va ſempre profondando il proprio alveo in infinito; altrimenti quelli, che nel principio del Mondo, corrodendo il terreno, ſi formarono il letto, colla diuturnità del corſo ſi ſarebbero a queſt'ora profondati nelle più alte viſcere della terra: biſogna dunque dire, che nell'eſcavarſi

che fa un fiume, o la forza dell' acqua vada a poco a poco mancando, o la resistenza del terreno egualmente accrescendosi, oppure che nello stesso tempo e quella si diminuisca, e questa si accresca, fin che si giunga ad una specie di equilibrio, nel quale tanto operi la violenza dell' acqua per escavare, quanto resiste il fondo per non essere alterato dal proprio essere. Nell' istessa maniera si dee discorrere delle larghezze de' fiumi, che sono effetti parte dell' abbondanza, e velocità delle acque, e parte del contrasto, o resistenza, che fanno le sponde ad essere ulteriormente corrose. Quindi * *tanto i fondi, quanto le larghezze degli alvei vengono ad essere determinate dalla natura*, cioè a dire dalla combinazione delle cause operanti, e delle resistenti in un certo grado di attività; e però alterandosi tanto quelli, che queste, con l' arte non cessano mai le cause operanti di ridurli al loro stato primiero: ed in fatti l' esperienza * dimostra, che in un fiume stabilito di fondo (cioè a dire posto in tali circostanze, che non si alzi colle deposizioni, nè si abbassi colle escavazioni), e parimente stabilito di larghezza (cioè che per propria attività più non si allarghi, nè più si ristringa), se nel di lui alveo si faranno coll' arte nuove escavazioni, ben presto, essendo l' acqua torbida, le riempirà; formandosi nuovi dossi, ben presto gli escaverà; allargandosi l' alveo da una parte più del bisogno, ben presto colle alluvioni si ristringerà; e finalmente ristrignendosi oltre il dovere, sempre farà forza per superare le cause ristrignenti.

* ANNOT. V.

* ANNOT. VI.

Per maggior spiegazione di tuttociò, supponiamo, che un fiume cammini con una determinata velocità, cagionata o dal declivio, o dall' altezza, e che l' acqua affetta di detta velocità possa, come farebbe una lima, staccare l' una dall' altra le parti della terra, che sono contigue al di lei corso. Niuna ragione adunque in tal caso vi può essere, per la quale l' acqua non disunisca le parti della terra vicina; e staccandole dal fondo, ecco il profondamento; siccome l' allargamento, se ciò succede alle sponde. Egli è anche facile da concepire, che esercitandosi verso il fondo maggiore la forza, quivi anche più agevolmente si corroda il terreno in qualche larghezza, e che per l' ordinario non potendosi lungamente sostenere la terra sopra d' un taglio fatto a perpendicolo, dirupino

le

le parti superiori delle ripe, formandosi una scarpa conveniente, ed atta a sostenere la mole della terra superiore. *Sin tanto* dunque, *che la velocità dell'acqua non trova un resistente, che pareggi la di lei forza, sempre continuerà ad allargare, e profondare*. Ma perchè scavandosi giornalmente il fiume, viene esso a perdere a poco a poco la propria declività, e per conseguenza anche qualche volta la velocità derivata da essa; e per lo contrario rendendosi sempre più resistente la terra alla disunione delle proprie parti, quanto più la di lei superficie s'accomoda al piano orizzontale, ne siegue, che profondandosi il fiume, cresca la forza nel resistente, e cali nella potenza operante, e perciò sia necessario, che finalmente l'una, e l'altra si riducano all'egualità; il che accadendo, viene ad aversi posto il termine al profondamento. Dissi essere necessario, che la forza operante finalmente si pareggi colla resistente; ma ciò non succederà sempre a cagione dello scemarsi del pendìo; poichè, sebbene ciò per lo più avviene, può nulladimeno darsi il caso, che la forza dell'acqua sia tanto grande, che (non ostante tutto il deterioramento, che riceve dal diminuirsi della declività, e tutto l'aumento, che si fa per la stessa ragione nella resistenza della terra) nulladimeno resti tanto vigorosa da scompigliare le parti dell'alveo, anche disposte in un piano orizzontale: ma allora succederà un'altra sorte di resistenza alla forza dell'acqua, e quella sarà se non altro l'acqua del mare, o d'un lago, dentro cui entri colle proprie acque il fiume, per virtù della quale, sminuita la forza dell'acqua, s'uguagli ella colla resistenza del fondo.

Similmente perchè nell'allargarsi l'alveo del fiume l'acqua cala di altezza, e molte volte di velocità, e generalmente scostandosi dal filone, si rende meno veloce, ne siegue, che rallentandosi il moto, nè perciò calando la resistenza della ripa, anche in questa parte debba succedere il sopraccennato equilibrio. E quì è da considerare, che *la resistenza del fondo più presto uguaglia la sua potenza contraria*, per essere due le cause dell'uguagliamento: la prima cioè la minore inclinazione dell'alveo, e la seconda la diminuzione della velocità; laddove la resistenza delle ripe arriva molto più tardi all'equilibrio con la sua poten-

za contrannitente, perchè la sola forza dell'acqua è quella, che si sminuisce, ed anco assai lentamente; comechè ciò quasi solamente deriva dallo scostamento del filone, e la resistenza delle ripe resta sempre tale, quale era prima, supposto che il terreno corroso, e da corrodere sia in tutti i luoghi della stessa natura. Questa è la ragione, per la quale *i fiumi, che corrono dentro alvei formati di materia omogenea, e facile da essere corrosa dall' acqua, hanno la larghezza maggiore della profondità*, come s' osserva per esempio *nel Po di Lombardia*, che al Lago scuro ha 700. piedi di larghezza, e 35. di altezza, *e nel Reno nostro*, il quale s'allarga alla Botta degli Annegati piedi 180., e nelle sue maggiori piene s' eleva piedi 9., dimodochè nell' uno, e nell' altro *la proporzione dell' altezza alla larghezza sta come uno a venti*. Non è però da credere, che questa proporzione s' osservi sempre negli altri fiumi, nè meno in diverse sezioni del fiume medesimo, concorrendovi molte cause accidentali a variarla. Egli è ben certo, e confermato sì dalla ragione, che dall' esperienza, che *i fiumi quanto maggior copia d' acqua portano nelle loro escrescenze, altrettanto sono più profondi, e più larghi; e perciò essendo mantenuti ristretti dall' arte, maggiormente s'escavano, e lasciandoli allargar di soverchio, o dividendosi in più rami, maggiormente si alzano di fondo*.

Concorrono adunque tre cause, o circostanze a stabilire l' alveo de' fiumi. La prima si è *la condizione della materia*, della quale sono composte le ripe, ed il fondo, poichè *le terre arenose cedono più facilmente alla forza dell' acqua corrodente, che le cretose*, e queste più facilmente, che il sasso. La seconda è *la situazione del fondo, o delle ripe del fiume*, essendochè *quanto più sarà declive un fondo arenoso, o ghiajoso, tanto più la medesima forza dell' acqua sarà potente ad escavarlo*: e la terza, che più d' ogni altra merita nome di causa, si è *la forza dell' acqua*; poichè dove questa è maggiore, ivi più presto, e più facilmente cede la tenacità, o peso della materia, della quale è composto l' alveo, e meno resiste la poca inclinazione delle ripe, e del fondo. Ma perchè la forza escavante non è altro, che la velocità dell' acqua applicata al terreno, e questa riceve il suo essere o dall' altezza dell'

acqua

acqua, o dalla discesa, bisogna considerare le forze escavanti secondo la proporzione, che portano le cause produttrici della velocità. Nell'istessa maniera diversificandosi la condizione del terreno sì dalla glutinosità, tessitura, o aderenza delle parti di esso, sì anche dal peso, grossezza, e figura delle medesime, egli è d'uopo di mettere a conto l'una, e l'altra di queste circostanze, acciò possa dedursi quanto esse vagliano, per resistere alla forza dell'acqua, e per conseguenza qual pendìo si richieda per pareggiarla.

Per ben intendere come operi la resistenza del fondo dipendente dalla di lui obbliquità, siano circa il centro B descritti diversi piani, variamente inclinati all'orizzontale A B, e questi s'intendano formati di terreno, che abbia una determinata collegazione di parti. Non si può dubitare, che siccome più facilmente si muove un grave discendendo per la verticale E B, che per l'inclinata D B, e più facilmente per D B, che per C B, di maniera che su l'A B orizzontale non ha forza alcuna per muoversi; così se a cagione delle resistenze, o inegualità de' piani C B, F B ec. non potesse muoversi per essi un grave senza l'ajuto di una forza esterna, questa vorrebbe essere maggiore in A B, minore in F B, e così successivamente, secondo che andassero crescendo gli angoli A B F, A B C ec. E la ragione si è, perchè sebbene i gravi predetti non possano muoversi per li piani A B, F B, C B, non lasciano però di esercitare tutta la loro energia, per superare le resistenze, che per essere maggiori, loro impediscono il moto, e di fare sforzo maggiore, quanto maggiori sono gli angoli colla linea orizzontale. Quindi è, che accresciuta l'inclinazione v. gr. fino al sito D B, e mantenendosi le medesime resistenze, potrà il grave avere acquistato tanto di momento, che basti a superare gl'impedimenti, e comincierà a muoversi per lo proprio peso; e perchè le forze accresciute intrinsecamente (siasi o per aggiunta di nuova potenza, o per diminuzione di resistenze) non hanno bisogno di tanto ajuto estrinseco per arrivare ad un certo grado, ne segue, che minor forza estrinseca richiederassi per fare, che il grave si muova per lo piano C B, maggiore per ispingerlo per F B, e molto maggiore per farlo muovere per A B. *Tav. 3. Fig. 17.*

Ciò premesso, osservisi, che le parti del terreno, massimamente bagnato che sia dall'acqua, non hanno che rade volte tanta aderenza di parti, che basti per sostenerle a perpendicolo, come succede ne' marmi, e nelle materie più consistenti; onde poste in situazione verticale, come in E B, dirupano, formandosi un pendìo, v. gr. D B, che supponiamo sia la massima inclinazione tra tutte le possibili, colle quali il terreno si sostenti senza dirupare; e questa nelle terre più tenaci regolarmente non eccede i gradi 60., ma ordinariamente oltrepassa di poco i gradi 45. Posto adunque, che D B sia quella pendenza, la quale accresciuta che fosse, non potrebbe trattenere il terreno, che non si staccasse dal suo vicino, cadendo, o scorrendo al basso, è chiaro, che aggiuntavi qualsisia, benchè minima forza, che lo spinga da D in B, non potrà sostenersi, e converrà, che si disgiunga dal rimanente. Intendiamo, che per tal cagione ne sia stata staccata la parte D B C, e che perciò il piano si sia abbassato in C B: questa inclinazione dunque non sarà più quella, che precisamente basta per impedire la disunione delle parti della terra, ma bensì tale, che potrà resistere a qualche grado di forza, ma non ad un maggiore, il quale solo potrà essere impedito dal piano, v. gr. F B meno declive. Unite dunque le forze estrinseche al conato, che fanno le parti della terra per disunirsi, quelle si richiederanno sempre maggiori, quanto le inclinazioni coll'orizzonte saranno minori; e perciò nell'orizzontale A B non avendo la forza estrinseca alcun vantaggio dall'inclinazione del piano, converrà, che sia tanto vigorosa, che basti colla sola sua virtù a superare l'aderenza delle parti della terra, ed a muoverle da luogo a luogo; altrimenti non succederà alcuna corrosione del piano A B. Egli è perciò evidente, che non essendo la forza estrinseca (cioè nel nostro caso la velocità dell'acqua) bastante a ridurre il piano al sito orizzontale, necessariamente bisognerà, che lo lasci declive, ed in tale declività, che sia la prima, che basti a pareggiare la forza di essa; e da ciò chiaramente apparisce, che * *la violenza del corso dell'acqua non è sempre effetto della declività dell'alveo*, come finora è stato creduto; ma *la declività dell'alveo è bensì sempre effetto della violenza del corso dell'acqua*, fuorchè in alcuni casi particolari, de' quali discorreremo più abbasso.

* ANNOT. VII.

Sta-

Stabilita la verità del detto di ſopra, non è difficile il dedurre le ſeguenti Propoſizioni, le quali ſi devono intendere in parità di tutte le circoſtanze non eſpreſſe, e nel caſo di fondi ſtabiliti per mezzo dell' eſcavazione fatta antecedentemente dall' acqua.

## PROPOSIZIONE II.

*Ne' fiumi quanto maggiore ſarà la forza dell' acqua, tanto le declività degli alvei ſaranno minori.*

Poſciachè ſupponendoſi eguale la reſiſtenza della materia, che compone l' alveo, e maggiore la forza dell' acqua, è neceſſario, che queſta applicata a quella produca effetto maggiore; ma queſt' effetto non è altro che l' eſcavazione, e l' allargamento dell' alveo; e l' eſcavazione dell' alveo quanto è maggiore, tanto minore rende la declività dell' alveo: dunque quanto maggiore ſarà la forza dell' acqua, tanto minore ſarà la declività dell' alveo del fiume; il che ec.

### COROLLARIO I.

E perchè la forza dell' acqua vicino al fondo del fiume per lo più dipende dall' altezza della medeſima; perciò in tal caſo *quanto maggiore ſarà l' altezza viva dell' acqua, tanto meno declivi ſaranno i fondi.*

### COROLLARIO II.

Similmente perchè l' altezza viva del corpo d' acqua dipende in qualche parte dalla quantità di eſſa, che ſcorre per l' alveo in un dato tempo; quindi è, che *quanto maggior copia d' acqua porterà un fiume, tanto minore ſarà la di lui caduta.*

### COROLLARIO III.

E perciò *i fiumi uniti, dopo le confluenze, ſempre ſi ſpianano il fondo più di quello foſſe prima dell' unione, e per conſeguenza perdono di caduta.*

Co-

## COROLLARIO IV.

Dal che nasce, che *i fiumi, i quali si fanno grandi per lo concorso d' altri minori, hanno il loro fondo disposto a modo di un poligono*, o sia figura di più lati, de' quali i più alti facciano angolo maggiore con l'orizzontale, ed i più bassi minore, ed inoltre gli angoli tutti siano all'intorno de' punti delle confluenze; il quale poligono si può anche considerare, in un certo modo, per una specie di linea curva, concava nella parte superiore.

## COROLLARIO V.

* ANN. VIII. * *Ma que' fiumi, che conservano sempre il medesimo corpo d' acqua, devono avere il fondo* in una linea sensibilmente retta, se si parla di picciole distanze; ma realmente, ed in grandi distanze *in una spirale, le cui tangenti facciano sempre angoli eguali con le perpendicolari tirate dal centro della terra*, che viene anco ad essere il centro della spirale medesima; e questa s'accosterà sempre più alla circonferenza di un circolo, quanto più l'angolo fatto dalle tangenti con le perpendicolari s'accosterà all'angolo retto.

## COROLLARIO VI.

In caso poi che la velocità dell'acqua dipenda dalla discesa, non dall'altezza viva, allora la determinazione del fondo si desume dal grado di velocità acquistato per essa; e perciò *fin tanto che l' acqua anderà accelerandosi* ( quando la condizione della materia, che forma l'alveo, sia sempre la medesima ), *s' anderà sempre mutando il pendìo, e sarà minore nelle parti dell' alveo*, nelle quali sarà maggiore la velocità, in quelle cioè, *che saranno più lontane dal loro principio*.

## COROLLARIO VII.

Ma perchè due corpi di peso disuguale, e di velocità eguale operano differentemente contro i piani, sopra de' quali scorrono; quindi è, che *se si daranno due fiumi, le acque de' quali s' accelerino per la discesa, ma una*

*una sia maggiore di altezza dell' altra*, più opererà in escavare la maggiore, che la minore; e per conseguenza anche in questo caso, *ne' siti di eguale velocità, meno declive sarà quel fiume, la cui altezza viva sarà maggiore.*

## COROLLARIO VIII.

Perchè dunque, come più volte si è detto, le velocità fatte dalla discesa crescono all' aumentarsi delle distanze dal principio del moto, ne siegue, che succedendo a maggiori velocità maggiore escavazione, e per conseguenza minore declività nelle parti inferiori, che nelle superiori, *dovranno*, in tal supposto, *disporsi i fondi*, *durante lo spazio dell' accelerazione, in linee curve concave, le tangenti delle quali facciano successivamente angolo maggiore con le perpendicolari tirate dal centro della terra.*

## COROLLARIO IX.

Ma cessata l' accelerazione, *e ridotta la velocità dell' acqua all' equabilità, il fondo si disporrà in una linea* sensibilmente retta, oppure nella *spirale* predetta, *nella quale si conservi sempre la pendenza medesima.*

## PROPOSIZIONE III.

*Se la forza dell' acqua di un fiume sarà bastante senza l' ajuto di qualche declività a sovvertire le parti del fondo, ed a portarle via, allora l' alveo di esso non riceverà alcuna pendenza.*

Poichè essendo, per lo supposto, la forza dell' acqua tanto grande da potere scomporre le parti del fondo, e portarle via senz' ajuto di declività, niuna diminuzione di questa sarà bastante ad impedire una nuova escavazione: posta dunque qualsisia declività, l' acqua continuerà ad escavare, e perciò si toglierà di mezzo la declività del fondo, che è lo stesso che dire, che il fondo non avrà alcuna pendenza; il che ec.

COROL-

## COROLLARIO I.

E però *disporrassi il fondo in una linea circolare*, essendo in questa tutte le tangenti ad angolo retto con le linee, che vengono dal centro; *la quale però, in poca distanza, non sarà sensibilmente differente da una retta orizzontale.*

## COROLLARIO II.

*Aumentandosi la forza dell' acqua, farassi ben maggiore l' escavazione; ma non si muterà la situazione orizzontale del fondo*, supposta per tutto la medesima resistenza della materia, che forma l' alveo, e l' uniformità di tutte l' altre circostanze.

Quì si dee avvertire, che avendo un fiume tanto di forza, che basti a scompigliare il fondo dell' alveo, situato in qualsisia, benchè minima, declività, o pure anco in un piano orizzontale, se quella si aumenterà o per ristringimento di alveo, che cagioni maggior altezza, o per aggiungersi di nuova acqua, accrescendosi con tal mezzo la velocità del fiume, avrà maggior forza per escavare. Farassi dunque tal escavazione fino ad un piano orizzontale più basso dell' antecedente, come v. gr. al piano C G, sopra del quale la copia dell' acqua corrente richieda l' altezza viva A B C; siccome la copia di quella, che scorre per lo piano pure orizzontale E B, si suppone, che addimandi la sola altezza viva A B. Posta dunque tal differenza di piani, egli è evidente, che se l' altezza in A B ha tanta forza da portar via la materia dell' alveo sul piano orizzontale, molto più potrà farlo per lo perpendicolare B C; e perciò corroderà l' angolo H B C, formando l' alveo pendente in H C: e per la stessa ragione colla declività H C corroderà il fondo, riducendolo sempre men declive; di modo che se la forza dell' acqua, non ostante l' abbassamento del fondo, resterà potente a mantenerselo orizzontale, si scaverà il fondo E B fino al piano orizzontale M C, di maniera che M C G sia tutta nella medesima orizzontale. Ma perchè abbassandosi il fondo in M C, non si può abbassare la superficie D A per cagione della superficie A F, sarà necessario, che

Tav. 3. Fig. 18.

l' al-

l'altezza A C, la quale acquisterà il fiume D E, cessi d'essere viva, e per conseguenza, che si ritardi l'acqua in D E, la quale, se con questa perdita perderà altresì la forza necessaria per mantenere il fondo orizzontale, resterà nel fondo M C qualche picciola declività; e perciò può darsi il caso, che un fiume, che da se avrebbe la forza per mantenersi il fondo spianato all'orizzonte, entrandovene un altro dentro, la perda, e ricerchi della pendenza; ma questa non sarà mai tale, che cagioni dell'alzamento nel fondo di esso, ma sempre dell'escavazione. Poichè, supposto che la declività fosse E C, ogni volta che la linea E C s'incontrerà colla linea B E, avrà il fiume nel punto E riacquistata la sua altezza viva; e perciò potrà da lì in su tenere scavato il fondo all'orizzontale. Tale declività E C renderassi sempre minore, se il fiume D B, vicino alla confluenza, si ristringerà a causa dell'impedimento della velocità; essendochè l'angustia della sezione concorre assai a rendere viva l'altezza. Questa considerazione non solo si applica a' canali orizzontali, ma ancora agl'inclinati; e perciò abbiamo detto *nel Corollario IV. della Proposizione antecedente*, che gli angoli del poligono ivi accennato devono essere non ne' punti, ma *all'intorno de' punti delle confluenze*. Ma di ciò si parlerà più a lungo nel Capitolo sopra l'unione de' fiumi insieme.

## COROLLARIO III.

E perchè i fiumi coll'allargarsi perdono l'altezza, e conseguentemente la velocità, ne siegue, che *i fiumi orizzontali, allargandosi ordinariamente il loro alveo vicino al mare, perdano la forza per mantenersi scavati;* e perciò *vicino allo sbocco restano più alti di fondo, che lontani da esso*; al che concorrono però altre cause. E questa è una delle ragioni, per le quali gli sbocchi de' fiumi nel mare, se non sono tenuti ristretti dall'arte, regolarmente sono men profondi degli alvei nelle parti superiori.

Siccome nell' Annotazione al Corollario II. precedente abbiamo detto potersi dare il caso, che un'acqua ritardata conservi anche la forza per mantenersi il fondo orizzontale; così *può darsi il caso, che*

*la forza di un fiume sia tanto grande*, *che*, se bene ritardata che sia, non possa muovere le parti grosse, e pesanti, e percio s' elevi il fondo ( come abbiamo detto in questo Corollario succedere alle foci de' fiumi nel mare ), non ostante però *conservi tanto di virtù*, benchè riascenda sopra d' un piano acclive, *da spingere*, *o portar seco le parti meno pesanti*. E questa è la ragione, per la quale sopra degli sbocchi gli alvei si conservano profondi, benchè le foci siano più alte di essi.

## Corollario IV.

Se *l' acqua d' un fiume avrà tanta forza da stabilirsi il fondo orizzontale precisamente*, *e niente di più*, *supposta una determinata resistenza nel fondo; se questa si accrescerà*, *non sarà ella più valevole a spianarsi il fondo orizzontalmente; e perciò sarà più alto nelle parti più vicine allo sbocco*, *che nelle più lontane*. E perchè può darsi il caso, che tale alzamento di fondo non ritardi l' acqua, che sopravviene; perciò in tal supposto *non si altererà il fondo nelle parti di sopra*; *ma mantenendosi*, *e connettendosi col più alto*, *si renderà acclive* come B C D. Che *se poi l' alzamento del fondo inferiore C D ritarderà l' acqua*, *che sopraggiunge* da A B; in tal caso, *se l' acqua porterà materia atta*, *riempirà l' alveo A B C fino all' orizzontale E C*; e finalmente *se ritarderà le parti vicine a C D*, *più che le lontane*, come per l' ordinario succede, *formerassi l' interrimento B C*, che si alzerà a proporzione della forza diminuita. E questa è la ragione del mantenersi che fanno i dossi, e i gorghi negli alvei de' fiumi.

Tav. 3. Fig. 19.

Che il dosso C B possa non impedire il corso dell' acqua in A B, può succedere principalmente per due cause. La prima si è, perchè il fiume si divida in più rami: e la seconda, perchè si allarghi nelle parti inferiori più che nelle superiori, purchè la larghezza sia viva. L' una, e l' altra causa però ricade in una sola, che è la diminuzione dell' altezza viva dell' acqua: suppongasi dunque, che il fiume A D cammini per lo fondo C D orizzontale coll' altezza viva A C, o B D, e che arrivato in D, o si allarghi, o si divida in più rami, di maniera che l' altezza viva sia B E. Supponiamo però, che nel principio l' altezza dell' acqua

Tav. 4. Fig. 20.

nella

nella parte B G fosse D B, e che il fondo fosse continuato in D G orizzontale: sarebbe dunque l'altezza D B non viva, e perciò l'acqua in quel sito ritardata. Quindi è, che supponendo, che la forza dell' altezza viva A C sia precisamente quella, che basta a tenere il fondo orizzontale, non sarà la forza B D ritardata bastante a fare il medesimo in D G: adunque portando l'acqua materia idonea, si faranno delle deposizioni sopra D G, formandosi il fondo E F declive, che si alzerà sino a lasciare l'altezza viva B E; ma perchè l'ostacolo D E ritarda l'acqua, che sopravviene, e nell'istesso tempo l'acqua sopravveniente batte l'interrimento D E, non potendo questo sostenersi sul lato D E a perpendicolo, è necessario, che si spunti l'angolo v. gr. I E L, nel mentre che l'acqua H I D ritardata permette le deposizioni, o interrimenti H I D: e perchè quanto più l'acqua verso C è lontana dall'impedimento I D, tanto meno resta ritardata; perciò non si farà eguale deposizione dappertutto, ma sempre minore, e finalmente cesserà: dunque al di sopra di H conserverà l'acqua la forza primiera, e conseguentemente manterrassi il fondo orizzontale. E' però da notare, che nel tempo che si formasse l'acclività H L, sminuendosi in essa l'altezza viva dell' acqua, e conseguentemente la forza, sarebbe necessario, che l'acqua si elevasse colla sua superficie; ma perchè elevandosi, e dovendo ricadere su la superficie B A, farebbe forza contro le ripe corrodendole, e allargherebbe l'alveo; perciò, senza elevarsi sensibilmente, si anderebbe allargando proporzionalmente l'alveo, a misura che si andasse formando il dosso H L, ch'egli si facesse più alto, e che l'allargamento, fatto sempre maggiore, continuasse per tutta la lunghezza dell'alveo, occupata dal medesimo dosso H L, finchè in L si formasse la cadente declive, e continuando la medesima altezza viva B E, si conservasse ancora la medesima larghezza.

## COROLLARIO V.

*Può darsi il caso, che un fiume abbia tanto di altezza viva d'acqua, e tanto di forza, che basti a formarsi, ed a mantenersi il fondo orizzontale; ma restando questa impedita, non possa più spingere la*

 *materia,*

*materia, che porta, senza l'ajuto di qualche declività* (come Fig. 16.): sarebbe il fondo A B orizzontale al peso dell'acqua B D; ma trovandosi il fondo A B più basso del pelo del mare C D, allora l'impedimento dell'acqua C B ritarderebbe la forza dell'acqua corrente A C, che in conseguenza non sarebbe più valevole a mantenersi il fondo orizzontale; e perciò facendosi delle deposizioni, si alzerebbe il fondo tanto, che acquistasse quel pendìo, coll'ajuto del quale potesse spingere la materia portata; e facendosi l'alveo per via di escavazione, tanto continuerebbe l'acqua ad escavare, quanto arrivasse a formarsi quella declività, che può bastare a non permettere deposizioni, ed insieme ad impedire maggior escavazione.

*Tav. 3. Fig. 15.*

## PROPOSIZIONE IV.

*Quanto maggiore sarà la tenacità del terreno, che compone il fondo del fiume, tanto esso sarà più declive.*

Essendo che quanto maggiore è la tenacità del terreno, cioè il legame, che hanno le di lui parti l'una con l'altra, tanto maggiore è la resistenza, che in separarle incontra la forza dell'acqua, ne nasce, che supposta questa essere sempre la medesima, minore sarà l'effetto, se maggiore sarà la tenacità della materia, ed essendo l'effetto della forza dell'acqua la disunione delle parti, e l'escavazione dell'alveo, ne siegue, che quanto maggiore sarà la tenacità della materia, tanto minore sarà l'escavazione; ma quanto minore è l'escavazione, tanto più resta declive il fondo dell'alveo: adunque quanto più sarà tenace la materia, che forma l'alveo del fiume, tanto sarà esso più declive; il che ec.

S'osservi però, che, siccome due lime, l'una adoperata con maggior forza dell'altra, ponno egualmente sminuzzare un pezzo di ferro, benchè in tempo differente; così può parere ad alcuno, che l'effetto della tenacità del terreno sia solo quello di far consumare più tempo all'acqua in escavare, ma non già d'impedire l'escavazione. Ciò però non ostante, se si considererà, che la tenacità nella materia, in questo luogo, non solo si prende per lo legame vicendevole delle parti, ma ancora per la resistenza, ch'esse fanno all'essere separate, la quale sempre

pre

pre è maggiore, quanto meno coopera il peso di esse alla disunione, manifestamente apparirà, che operando questo meno ne' piani altresì meno declivi, viene in un certo modo ad accrescersi, collo sminuire della pendenza, la tenacità della materia; e che per lo contrario, facendosi minore la forza ne' piani meno declivi, può succedere, che la tenacità accresciuta uguagli la forza dell' acqua sminuita, e così succeda non solo maggiore consumo di tempo, ma altresì maggiore declività.

E' da notare in secondo luogo, che quando, in qualche caso impensato, la tenacità della materia non s' accrescesse per la minor inclinazione del fondo, o la forza dell' acqua, per la medesima ragione, non si scemasse; allora la Proposizione non si verificherebbe, che in ordine al tempo dell' escavazione, che si dovrebbe più lungo alla materia più tenace. E perchè in tal tempo può darsi il caso, che succedano altre cause, che cooperino allo stabilimento del fondo dell' alveo, a queste pure si dee avere riflesso.

In terzo luogo si dee avvertire, che la Proposizione s' ha da intendere in termini idonei, cioè che la tenacità della materia non sia tanta da resistere in ogni inclinazione, benchè quasi perpendicolare alla forza dell' acqua, come sarebbe nel marmo, o nel sasso vivo; e parimente che la forza dell' acqua non sia tale, che poste due diverse tenacità, possa superare l' una, e l' altra in qualsisia picciola inclinazione di alveo; poichè, nel primo supposto, tanto potrà la forza maggiore, che la minore, e nel secondo si renderà nell' uno, e nell' altro caso il fondo orizzontale.

## COROLLARIO I.

*I fiumi perciò, che hanno il fondo cretoso, o di tivarro, sono più declivi di quelli, che l' hanno arenoso, o limoso.*

## COROLLARIO II.

E perchè il continuo bagnamento contribuisce molto ad ammollire la tenacità della materia del fondo, e per lo contrario il rasciugarsi

ſi della medeſima, fatto dal Sole, accreſce nella materia atta la tenacità; perciò *i fiumi perenni ſono*, per tal cagione, *qualche volta meno declivi, che i temporanei* in parità di tutte l'altre circoſtanze.

## COROLLARIO III.

*Se il fondo del fiume ſarà di materia così tenace, e dura, che la forza dell' acqua* tenti sì, ma *non vaglia a corroderla*, come ſe foſſe compoſto di ſaſſo, o di muro; in tal caſo *quella declività, che gli ſarà ſtata data dalla natura, o dall' arte, ſi manterrà ſempre*, ſe non quanto la continuazione del corſo dell' acqua potrà qualche poco, in lunghezza di tempo, conſumarla; e da ciò naſce, che le cateratte interrompono la continuazione dell' alveo de' fiumi, e ſi conſervano per ſecoli intieri ſenza conſiderabile mutazione. Si ſuppone però, che le pendenze ſiano tali, che non permettano depoſizione di materia alcuna ſopra de' fondi.

## COROLLARIO IV.

*Se un fiume avrà il fondo in diverſi luoghi variamente tenace, muterà di pendenza*, ſempre proporzionata alle reſiſtenze del fondo; e perciò dove queſto ſarà arenoſo, ſi faranno maggiori eſcavazioni, dove cretoſo, minori; dal che ne naſcono alle volte i gorghi, e i doſſi, che ſi vedono dentro i letti de' fiumi. Quà ſi ponno ridurre proporzionalmente i Corollarj 3., 4., e 5. della Propoſizione antecedente, e principalmente le loro Annotazioni.

## PROPOSIZIONE V.

*Supponendo il fondo d'uno, o più fiumi compoſto di parti ſtaccate l'una dall' altra, come ſono i ſaſſi, e l'arena, minori ſaranno le declività, quando il peſo ſpecifico delle parti ſarà minore.*

Ciò è manifeſto, perchè, ſuppoſta la medeſima forza nell' acqua, egli è certo, che queſta più facilmente o ſeparerà dal fondo, o ſpingerà avanti quelle materie, che ſaranno di minor peſo ſpecifico. Ma ciò facendo, abbaſſerà il fondo medeſimo: adunque di quanto minor

peſo

peso specifico saranno le parti, che staccate l'una dall'altra compongono il fondo, tanto più facilmente questo si abbasserà, e per conseguenza si renderà meno declive; il che ec.

### COROLLARIO I.

Quindi è, che *i fiumi*, *i quali corrono fra le montagne*, dove hanno il fondo sassoso, ivi *hanno* anche *maggiore la pendenza*, *che nelle pianure*, nelle quali i fondi per l'ordinario sono composti di pura sabbia; e similmente * *in què siti*, *ne' quali il fondo è arenoso*, *le cadute sono maggiori che in quelli*, *ne' quali il fondo è composto di puro limo*, o belletta senza tenacità. * ANNOT. IX.

### COROLLARIO II.

E perchè nelle parti grosse, come ne' sassi, e nella ghiara, ha molto luogo la qualità della figura *, *allora il fondo sarà più pendente*, *quando la figura delle parti*, *che lo compongono*, *sarà più difficile a muoversi*, *ed a scorrere sopra le altre*. * ANNOT. X.

### COROLLARIO III.

Parimente perchè i fiumi, nelle parti superiori del loro corso, hanno frequentemente gli alvei ripieni di sassi assai grossi, e conseguentemente pesanti, e di figura in oltre angolari, i quali sono sempre spinti al basso dal corso dell'acqua, o portati dentro gli alvei dalle rovine delle montagne; ed * osservandosi regolarmente, che detti sassi sono più grossi nelle parti più alte vicino alle fontane, e più piccioli ne' siti degli alvei più lontani da esse, ne siegue, che *de' fiumi*, *che corrono in ghiara*, *la linea del fondo*, *anche a riguardo di questa sola causa*, *debba disporsi in una curva concava*, *che nel suo progresso sia sempre meno inclinata all' orizzontale*. * ANNOT. XI.

### COROLLARIO IV.

E perchè concorrono a questo effetto medesimo e l'acceleramento dell'acqua per la discesa, e l'unione di più acque in un sol alveo, ne sie-

siegue, che *unendosi le due cause predette colla resistenza dell' alveo*, resa gradatamente minore, tanto *maggiore concavità avrà nel fondo*, e tanto *maggiore sarà la difformità*, o *differenza fra le cadute in diversi siti del fiume*.

## COROLLARIO V.

*Se un fiume, dopo aver corso fra le montagne sopra un fondo ghiaroso, si ridurrà nella pianura a muoversi sopra un letto d' arena uniforme, e porterassi al mare, senza ricevere tributo di nuove acque, la linea del fondo, durante il corso per la ghiara, sarà una linea curva concava, a cui connetterassi una curva convessa*, competente alla qualità uniforme del terreno arenoso.

Dalle Proposizioni dimostrate in questo Capitolo se ne potrebbero dedurre molte altre tanto su i medesimi semplici supposti, quanto combinando insieme le diverse condizioni del fondo, della potenza dell' acqua ec. Ma sarà facile a chi che sia il farlo colla scorta delle accennate verità, le quali, oltre l' essere dimostrate, sono anche osservabili in fatto, particolarmente da chi saprà distinguere gli effetti delle cause accidentali da quelli delle essenziali.

Tutto l' esposto di sopra concerne principalmente lo stabilimento degli alvei, fatto per via d' escavazione dall' acqua: resta ora da considerare l' altra parte, cioè come, e quando si stabiliscano i fondi per alluvione, replezione, o sia deposizione di materia. E prima si consideri, che pochi sono i fiumi, che portino acque chiare, cioè non mescolate con materia alcuna terrestre, posciachè i fiumi quasi tutti, almeno nelle piene, s' intorbidano. *Supposto* nulladimeno, *che le acque di un fiume fossero in ogni tempo chiarissime, queste potrebbero bene profondare, ma non riempire l' alveo proprio*, mancando loro la materia per farlo, se non quanto potrebbero le parti staccate dal fondo, o dalle ripe essere levate da un luogo, e portate in un altro o per ispinta, o per deposizione. Quindi è, che, supposti gli alvei inalterabili di fondo, e di ripe, a cagione della resistenza eguale, o maggiore della potenza, le acque chiare non potranno mai in alcuna maniera mutare il sito dell' alveo,

veo nè in profondità, nè in larghezza, quantunque ſiano baſſe di corpo, ed i fondi poco, o niente declivi. Quindi è, che * *gli ſcoli delle campagne, ſoliti a portare* per lo più *acque chiare, ſi conſervano lungo tempo ſenza interrirſi; ma entrandovi acque torbide*, benchè in molta quantità, come ſuccede nelle rotte de' fiumi, *in poco tempo ſi riempiono di terra*. Il dire però, che un fiume porti acqua aſſolutamente chiara, è ſupporre un caſo, ſe non impoſſibile, almeno molto raro, perchè ſcorrendo l'acque per lo terreno, è difficile, che non s'imbrattino, e cadendo, almeno in tempo di pioggia, l'acqua di eſſa giù per la gran declività delle ſponde dell'alveo, non può di meno, che non ſi ſvellano da eſſe molte parti terree, le quali perciò ſiano portate nell'alveo a rendere torbida l'acqua. Ed in fatti io ho oſſervato, che il Teſino, poco ſotto la ſua uſcita dal Lago Maggiore, laſcia nell'eſcreſcenze manifeſti ſegni di torbidezza ſopra l'erbe bagnate dalla piena, i quali però non ſono altro che un ſottiliſſimo velo di belletta, che le cuopre, e piuttoſto fa loro cangiare il color verde in olivaſtro, che detergendole, o lavandole, ſi perde: indizio di qualche picciola torbidezza; eppure il luogo, dove io ciò oſſervava, non era lontano cento pertiche dall'emiſſario del lago. Laſciando dunque di trattare di queſto caſo, paſſeremo a conſiderare gli effetti de' fiumi, che corrono qualche volta torbidi, e che ſi ſtabiliſcono il fondo co' proprj interrimenti.

* ANN. XII.

Di tre ſorti ſono le materie portate da' fiumi, poichè altre ſono ſpinte ſempre radente il fondo, ſenza incorporarſi con l'acqua, altre s'incorporano coll'acqua medeſima, ed altre galleggiano. Queſte ultime hanno la loro gravità ſpecifica minore di quella dell'acqua; ma le altre due l'hanno maggiore, o eguale. L'egualità però del peſo ſpecifico, che può trovarſi nelle materie veramente incorporate coll'acqua, quì non merita conſiderazione veruna; come che è cagione, che eſſe ſeguitino i moti, e per così dire, la ſorte dell'acqua medeſima; perciò nel noſtro caſo poſſono conſiderarſi come non differenti da eſſa. Reſta dunque, che nelle *materie, tanto ſpinte, che incorporate, ſi debba intendere una gravità ſpecifica maggiore di quella dell'acqua*, con queſta differenza però, che le prime (eſſendo di mole, e peſo aſſoluto aſſai gran-

de ) resistono più all' essere sollevate dal fondo: ma l' altre, per la picciolezza della loro mole, non ponno impedire, che il moto dell' acqua non le sollevi, e mantenga quasi unite alla propria sostanza, la quale però perdendo nella mescolanza di tanti corpicciuoli opachi la sua diafaneità, si chiama torbida; mentre al contrario le altre, che restano al di sotto, o al di sopra, non turbano la sostanza dell' acqua. E quì pure dee mettersi da parte un altro caso, come non adattato alla materia presente. Si trova nell' acqua ( anche stagnante, ed a giudizio d' ogni senso, in riposo ) un moto perenne, che può tenere sollevate delle particelle di materie più dell' acqua gravi, le quali perciò restano unite al corpo dell' acqua medesima, come sono i ramenti de' sali, delle tinture, e di altre simili sostanze. Queste non si separano da essa, che col mezzo dell' evaporazione, o precipitazione, o con gran lunghezza di tempo, come succede alle parti tartaree, che trovandosi nell' acqua, anche limpidissima, delle fontane, incrostano per di dentro i loro condotti, e qualche volta empiendoli quasi affatto, serrano la strada al passaggio dell' acqua; di queste dunque noi non abbiamo da parlare; come che per lo più seguitano il moto dell' acque, o se talora si depongono, ciò è in un caso straordinario, che però ne' fiumi non fa regola alcuna; oltrechè, se si volesse discorrerne, sarebbe necessario prenderne i principj forse dal più astruso della fisica, e della chimica.

*Le materie pesanti, che non ponno, se non con violenza, separarsi dal fondo, per lo più sono sassi, e ghiare, ed in qualche caso arene assai grosse*, oltre altre materie, che per accidente possono trovarsi ne' letti de' fiumi; queste rare volte sono sbalzate in alto dall' acqua ( il che succedendo, quasi immediatamente precipitano al fondo ), ma bensì sono spinte o lateralmente, o al lungo del corso, o pure cumulate in un luogo; dal che ne nasce sì la varietà, e sempre costante mutabilità degli alvei de' fiumi, che corrono in ghiara; sì quel continuo corso non solo di acqua, ma di sassi all' in giù, che rende meraviglia a chi osserva ciò sempre succedere, senza che perciò i fondi si elevino. Ed in fatti sembra a prima vista difficile da concepire, che dalle rupi vicine continuamente si svellano sassi, e siano portati negli alvei de'

fiumi,

fiumi, da' quali mai non escono, che alle volte per opera umana; e contuttociò non oltrepassino un certo sito, assegnato a ciascun fiume dalla natura, o sia dalla combinazione delle cause, che concorrono a questo effetto, senza però formarsi negli alvei montagne di sassi, come pare a prima vista dovrebbe succedere a riguardo della loro abbondanza.

Se però si considererà la natura delle arene, che nient'altro sono che pezzetti di sasso stritolato, siccome i sassi molte volte sono composti di arene insieme unite, ed in oltre se si osserverà, che la forza dell' acqua opera contro di essi continuamente col suo corso, spingendoli a percuotersi, ed a farli scorrere l'uno sopra l'altro ( al che va necessariamente congiunto un continuo sfregamento, mediante il quale si vanno perpetuamente logorando vicendevolmente, come ne fa piena fede il continuo mormorio, che si sente ne' fiumi, i quali corrono in ghiara: effetto non tanto del moto dell'acqua, che urta, e si rompe in essi, quanto del reciproco dibattimento de' sassi ); e di più se si avvertirà alla gran copia de' rottami, alla pulitura, che ricevono, ed a molti altri manifesti segni di logoramento, che si riscontrano nelle ghiare de' fiumi; se, dico, tuttociò si considererà, facilmente si potrà credere, che i sassi continuamente si disfacciano in arene, e che richiedendosi al loro intero consumo una quantità determinata di questo sfregamento ( che in un certo grado porta seco una determinazione di tempo, e di spazio), venga tutto ciò terminato dentro il sito, che sta di mezzo fra il principio del fiume, e l'ultimo limite delle ghiare.

Per esempio, supponiamo, che un sasso, sfregandosi con un altro ( come sarebbe sopra una ruota da pulire ) con un certo grado di velocità, arrivasse ad essere interamente consumato dentro lo spazio di un giorno; certa cosa è, che nel medesimo tempo si consumerebbe, se esso fosse mosso seguitamente per un piano, che fosse tanto lungo, quanto richiede la velocità dello sfregamento reciproco d'un sasso con l' altro ( se però la forza, e l'asprezza fosse nell'uno, e nell'altro caso eguale ), e che non si varierebbe l'effetto, se tal logoramento succedesse interpolatamente; purchè la quantità del tempo fosse d'una giornata.

Varierebbesi bene, se o il moto, o il tempo, o la durezza, o la grandezza del sasso, o l'asprezza del piano si alterassero, o se mancasse il piano medesimo, sul quale si fa lo sfregamento, prima che il sasso fosse intieramente consumato.

Essendo dunque nel fiume una forza determinata, che cagiona una determinata velocità nel moto de' sassi, ed essendo che questi hanno una grandezza, e durezza limitata, che ordinariamente non oltrepassano (potendo però avere l'una, e l'altra minore), ne siegue, che la velocità del moto impresso dall'acqua ne' sassi dovrà richiedere un tempo determinato, che sia proporzionato alla durezza, grandezza, ec. de' sassi medesimi, per interamente stritolarli; e perciò altresì dovrà essere determinata la lunghezza dello spazio necessario per l'effetto medesimo, comecchè questa è figlia della velocità, e del tempo. Non è dunque meraviglia, se ne' fiumi si riconoscono i limiti delle ghiaje, e se gli alvei non si riempiono per lo continuo entrarvi di queste, essendo equilibrata, per così dire, la quantità di esse, che giornalmente entra nell'alveo, col consumo, che se ne fa. E' ben facile anche l'intendere, perchè alcuni fiumi portino le loro ghiaje sin dentro il mare, allora cioè, quando viene a mancare lo spazio addimandato dalle altre circostanze, per stritolarle in arena.

Sminuendosi adunque continuamente la mole de' sassi, e rendendosi con ciò l'alveo sempre meno declive (come si è detto *nel Corollario 3. della Prop. 5. di questo Cap.*), ne segue, che un sasso, il quale sotto una mole maggiore, contrastando alla forza dell'acqua, poteva sostenersi in un alveo più declive, ridotto poscia ad una mole minore, ceda all' impeto della medesima, lasciandosi spingere all'ingiù, fino a trovare quella declività, che resti proporzionata alla diminuzione della di lui mole. Quindi è, che * ne' fiumi in ghiaja succedono continue escavazioni, ed altresì continue replezioni, ma così attemperate l'una con l'altra, che ne resta il fondo stabilito; dimodochè alterato che sia da cause accidentali, o in soverchia escavazione, o in soverchia replezione, ben presto si ristabilisca per l'efficacia delle cause perpetuamente operanti; e perciò se l'alveo di un fiume in ghiaja sarà meno declive di quello porti la sua natura,

* ANNOT. XIII.

natura, non mancandogli materia per cagionar replezioni, eleveraffi il fondo in maniera da acquiftarfela, ed avendola più del bifogno, ne feguiranno efcavazioni proporzionate fino al termine, nel quale fi pareggino le forze delle caufe efcavanti con quelle delle refiftenti.

E quì cade in acconcio di dimoftrare un'altra Propofizione, che contiene * un cafo poffibile a fuccedere ne' fiumi, che corrono in ghiaja. * ANNOT.XIV.

## PROPOSIZIONE VI.

*Se un fiume, che corra fopra un fondo, che refifta all'efcavazione, richiederà tanto tempo per compirla, fino al fegno, che richiede la propria forza, e permette l'inclinazione dell'alveo, e che prima d'effer effa compita, fia portata nell'alveo altra materia della medefima natura, anderà il detto fiume continuamente fcavando il fuo fondo, che farà ftabilito fra due termini, l'uno determinato dalla maffima altezza, che può farfi per replezione, l'altro dalla maffima baffezza fatta nell'efcavazione.*

* Sia il fondo A B quello, che, a riguardo della forza dell'acqua, e della condizione della materia ec., fi chiama ftabilito, e fia fopra di effo la materia contenuta nel triangolo A B C della medefima natura di quella, della quale è compofto il fondo A B; egli è evidente, che correndo l'acqua con una forza determinata per lo fondo C B, potrà efcavarlo; ma perchè tale efcavazione non può farfi iftantaneamente, ma per lo fuppofto richiede molto tempo, poniamo, che l'acqua, corrodendo, abbia fcavato il fiume fino in D B, ma non fia giunta alla A B, e che arrivata l'efcavazione a detto termine, fia allora portata dentro il fiume, v. gr. da' torrenti influenti, altrettanta materia, che bafti a rimettere di nuovo in effere la pendenza C B. Continuando dunque la medefima forza d'acqua, tornerà a farfi l'efcavazione; e fe di nuovo arrivata fino in D B, farà riportata nuova materia nel fiume, di nuovo fi tornerà ad efcavare, e così fucceffivamente. Supponiamo perciò, che la pendenza D B fia quella, alla quale può giungere l'efcavazione durante il maffimo intervallo di tempo tra l'uno ingreffo, e l'altro della materia nell'alveo A B: adunque non fi arriverà mai coll'efcavazione

* ANNOT.XV. *Tav. 3. Fig. 17.*

alla

alla pendenza A B, ma solo al più alla D B. Parimente supponiamo, che C B sia la massima altezza, che può fare, detratte le escavazioni, la materia, che entra nel fiume: adunque la declività non oltrepasserà mai la C B, e perciò il fondo sarà stabilito, o piuttosto anderà librandosi tra le due declività C B, D B; il che ec.

Non si può pensare, che entri più materia nel fiume di quella sia smaltita coll'escavazione fatta del fondo, e per conseguenza che questo debba sempre elevarsi; perchè, supposto che ciò succeda, è chiaro, che la declività si renderà sempre maggiore, e perciò la materia sarà disposta a cedere più facilmente alla forza dell'acqua, che anch'essa si accrescerà; onde maggior quantità di materia si smaltirà in un dato tempo: accrescendosi dunque lo smaltimento di detta materia, finalmente si arriverà ad una elevazione, nella quale si pareggerà il consumo con l'entrata; e tale suppongo, che sia l'inclinazione C B.

Avvertasi, che sebbene per l'escrescenza del fiume, e per l'abbassamento dell'alveo la forza dell'acqua non può essere la medesima (siccome nemmeno è la medesima la quantità della materia portata via nella piena per l'alveo più declive C B, e la portata via cessata la piena per l'alveo meno declive D B), nondimeno tutto ciò può ridursi ad una medietà aritmetica, nella quale gli eccessi compensino i difetti, e può supporsi, che l'escavazioni siano proporzionali a' tempi, ne' quali saranno state fatte, posciachè negli estremi torna la medesima cosa.

## COROLLARIO I.

Perchè adunque l'entrata della materia grossa ne' fiumi suole succedere per l'influsso de' torrenti nelle loro piene, ne segue, che in tal supposto *quanto maggiori saranno gl'intervalli di tempo tra l'una piena, e l'altra de' torrenti, tanto meno declive sarà l'alveo del fiume.*

## COROLLARIO II.

Similmente perchè le piene de' torrenti quanto sono più grosse, e di maggior durata, riducono ancora maggiore quantità di materia ne' fiumi; perciò *quanto le piene saranno minori, e più corte di tempo, tanto meno sarà declive il fiume.*

Co-

### COROLLARIO III.

Parimente essendo che quanto maggiore, e di più lunga durata è la piena del fiume, tanto più opera in escavare il proprio fondo; ne segue, che *quanto più lunga, e maggiore sarà la piena del fiume, tanto meno declive sarà il fondo di esso;* dipendendo perciò la piena del fiume tanto nella durata, quanto nella grandezza dalle piene de' torrenti, e facendo la prima maggiore escavazione, e le seconde maggior riempimento, bisogna osservare come s'attemperi una causa coll'altra, e giudicare la qualità dell'effetto a misura di quella, che prevalerà.

### COROLLARIO IV.

* *E quanto maggiore di corpo sarà l'acqua ordinaria del fiume, sarà ancora tanto meno declive l'alveo:* le quali declività, tanto in questo, quanto ne' Corollarj sopraddetti, si devono intendere in tempi omologi, come ancora la minima di tutte. * ANNOT. XVI.

### COROLLARIO V.

Parlando *de' fiumi temporanei*, dentro i medesimi supposti, *gli alvei tanto meno saranno declivi, quanto più breve sarà il tempo della loro aridità, o in cui saranno esausti d'acqua.*

### COROLLARIO VI.

Benchè questa Proposizione principalmente si verifichi ne' fondi composti di parti staccate l'una dall'altra, come sassi, ghiaja, ed arena, nondimeno può applicarsi in qualche maniera a' fiumi temporanei, che depongono nel fine delle loro piene materia limosa, e che si rende tenace per l'essiccazione fatta dal Sole: ho detto *in qualche maniera*, perchè ordinariamente *la materia limosa*, che è quella, che riceve tenacità dall'essiccazione, *non si depone che con una gran diminuzione di velocità, che appena si riscontra nell'acqua de' fiumi.* Quando però vi si deponesse per qualche accidentale cagione, cadrebbe sotto i supposti di quest' ultima Proposizione.

Le

Le materie poi, che s'incorporano alla fostanza dell'acqua, fono arene fottili, parti terree, ed altre di fimile natura. Sono quefte non fpinte come le ghiaje, ma follevate dal fondo, e portate fino all'ultima fuperficie dell'acqua, benchè il loro pefo fpecifico fuperi quello del fluido, al quale perciò non fono unite per la gravità uniforme, ma folo per la violenza del moto, e per la refiftenza, che trovano le loro fuperficie al difcendere, impedite dalla vifcofità dell'acqua medefima, in quella maniera per appunto, che i vapori acquei fi follevano, e ftanno fofpefi lungo tempo nell'aria, come fi è fpiegato *nel Cap.* 4. Quindi *acciocchè le particelle di terra reftino unite all'acqua, fi ricerca un certo grado di agitazione proporzionato al loro pefo, mole, figura, e fuperficie*, ceffando il quale, cominciano a difcendere, ed a lafciar l'unione, che prima aveano colle parti dell'acqua; dal che nafce *richiederfi maggiore agitazione, per tener unite all'acqua le parti più groffe, e pefanti, che le più fottili, e meno gravi*. L'agitazione parimente o è la velocità dell'acqua efercitata lungo il corfo del fiume, oppure i moti vertiginofi fatti fu un piano verticale, cioè dal fondo alla fuperficie, e da quefta al fondo, oppure fu un piano orizzontale, o inclinato, come s'offerva ne' vortici. Nè può negarfi, che quefti, ed altri moti difordinati non operino (tanto a corrodere il fondo, e le ripe, quanto a tenere follevata la materia) molto più di quello poffa la velocità efercitata per la linea di direzione del fiume; nulladimeno, perchè i moti fregolati non ponno comprenderfi fotto regole femplici, ci contenteremo in quefto luogo di confiderare l'azione della fola velocità predetta, e ciò faremo tanto più giuftamente, quanto che i moti predetti irregolari fono ordinariamente più, o meno vigorofi, quanto maggiore, o minore è la velocità del fiume.

Dipendendo adunque, come fi è detto nel Capitolo antecedente, la velocità dell'acqua de' fiumi o dall'altezza del proprio corpo, o dalla difcefa, ed effendo, fecondo l'uno, e l'altro principio, più veloce l'acqua in un luogo, che nell'altro, ne fegue, che una parte dell'acqua può effere così veloce, che poffa foftenere materie più groffe, e più pefanti, e che un'altra non bafti per portare le più fottili, e leggere. Quindi

è,

è, che *dove i fiumi sono più veloci, cioè nel filo dell'acqua, si mantengono più profondi; e dove hanno meno di forza, si fanno delle alluvioni*, e deposizioni di materie più grosse; e questa è la ragione, per la quale *nelle parti convesse delle tortuosità de' fiumi si generano spiagge, o arenai, e dalla parte opposta restano corrose le ripe*. Dal medesimo principio deriva pure, che per lo più ne' fiumi, che hanno acque più veloci verso il fondo, che alla superficie, le arene più grosse non si alzano al pelo dell'acqua, dove giunge la sola terra; e perciò le *alluvioni, che si fanno sulle restare*, o golene, *sono di natura molto differente*, quanto alla materia, *da quelle, che succedono dentro l'alveo;* e similmente *le bonificazioni fatte regolatamente, e col prendere l'acqua torbida verso la superficie, sono molto più fertili di quelle, che sono state fatte a fiume aperto*, e con prendere l'acqua dal fondo dell'alveo. Non vi è dubbio, che continuandosi in tutte le parti del fiume quel moto, che rendesi necessario, per tenere sollevata la torbida, non mai si deporrebbe essa, e sarebbe portata coll'istesso moto dell'acqua sino all'ultimo termine; ma rallentandosi l'agitazione, è ben chiaro, che le materie eterogenee mischiate all'acqua si deporranno successivamente, secondo la la loro gravità, e perciò *sboccando fiumi torbidi in lagune, o paludi, le interriscono*, e fanno, che il terreno si manifesti in più luoghi, ne' quali prima non si osservava, che espansione di acqua.

Per la stessa ragione *gli alvei de' fiumi* ne' luoghi, ne' quali sono *larghi più del dovere, s'interriscono alle sponde, ristringendosi l'alveo a quella capacità, che è richieduta dall'abbondanza dell'acqua, che vi scorre*; il che anco fanno nelle paludi ec., facendosi l'alveo dentro gl'interrimenti medesimi. E perchè rare volte un fiume scorre sempre con la stessa violenza, osservandosi maggiore velocità nelle piene maggiori, che nelle minori, e parimente nel colmo della piena, più che nel crescere, o cessare della medesima in parità di circostanze; quindi è, che *correndo l'acqua torbida per un alveo con poca velocità, seguono interrimenti nel fondo*, ed alle volte tali, che cessata l'escrescenza, il letto del fiume si vede mezzo ripieno, e fa dubitare a chi è poco pratico della natura de' fiumi, ch'esso non possa essere capace di una piena maggio-

giore, ſeguendo poſcia la quale, di nuovo ſi ſcava alla primiera profondità. Perciò, ſebbene *un fiume* può ſcorrere al ſuo termine ſopra di
* ANN. XVII. un fondo affatto orizzontale, * *portando* però *acqua torbida*, ſe non avrà eſſo tant' altezza di corpo d'acqua da tenere la terra ſempre incorporata, ***neceſſariamente dovranno ſeguire delle depoſizioni***, le quali anderanno ſempre creſcendo, ſino ad acquiſtare quel pendìo, che più non può reſiſtere alla forza dell' acqua, acciocchè non porti via la materia,
* ANN. XVIII. che per altro reſterebbe depoſta ſopra la di lui linea; e perciò * ***nelle piene minori ſi mutano le cadute, accreſcendoſi, e nelle maggiori ſminuendoſi.***

Da ciò, che ſin ora ſi è detto, evidentemente appariſce renderſi inutile qualunque opera umana, che tenti di accreſcere, o ſcemare le dovute pendenze a' fiumi torbidi, poſciachè ſe non s' inducano nuove cauſe perpetuamente operanti, accreſciute che ſiano dette pendenze, ſuccederanno nuove eſcavazioni; e ſminuite, nuove depoſizioni; e perciò nel mutare il letto a' fiumi per via di cavi, ſi deve ben avvertire la caduta, che ha un termine ſopra l'altro, e paragonarla alla neceſſità del fiume, ed alla ſituazione della campagna per non incorrere in quegli errori, che per ſimili inavvertenze hanno ſpeſſo fatto, e fanno lagrimare le Provincie intiere a cauſa dell' alzamento ſeguito ne' fondi degli alvei, dell'impedimento degli ſcoli delle campagne, e dell' inondazione delle medeſime. Diſſi *ſe non s' inducano nuove cauſe perpetuamente operanti*; perchè in tal caſo potrebbe anche perpetuarſi l' effetto; perciò in propoſito di volere ſminuire le pendenze, potrebbe giovare, eſſendo praticabile, il riſtringimento dell' alveo ad un fiume, o l' unione di più acque in un alveo medeſimo; e quando le cadute ſiano troppo precipitoſe, è comune la pratica di traverſar loro l' alveo con chiuſe, o peſcaje, per far elevare i fondi, ed impedire il dirupamento delle ripe; nel qual caſo ſi tolgono bene alcuni de' cattivi effetti, che partoriſce il ſoverchio profondamento del fiume; ma le cadute in poco tempo ſi riſtabiliſcono a miſura della neceſſità dell' alveo. Solo ad accreſcere realmente le cadute può contribuire la diverſione delle acque, o l' allargamento dell' alveo, quando poſſa mantenerſi in tale ſtato.

Quale

Quale ſia il grado di velocità, che può baſtare per tenere ſollevata la materia arenoſa nell'acqua, e quale la materia ſemplicemente terrea, è difficile da determinarſi: egli è ben evidente, che * *il Po, il quale nelle ſue maſſime piene ha trentacinque piedi di altezza viva di acqua, non permette, che nel ſuo letto ſi faccia depoſizione veruna* ſopra il fondo già ſtabilito: che * *Reno, e Panaro, i quali non hanno che nove, o dieci piedi di altezza, depongono l'arena, ſino però a formarſi il pendìo, riſpetto a Reno, di tredici in quattordici oncie di caduta per miglio; ma non laſciano già la terra, nemmeno l'arena ſopra detta pendenza*. E' ancora probabile, che *l'arena medeſima poſſa andare col lungo corſo de' fiumi* così aſſottigliandoſi, *che poſſa paragonarſi colla terra*, ſe pure l'una, e l'altra non ſono una ſteſſa ſoſtanza, cioè l'una più ſemplice, l'altra più compoſta: ed in fatti ſi vede, che le arene del mare, le quali non ſono altro che le portatevi dentro da' fiumi, ſono ſottiliſſime, tanto più quando provengono da' fiumi maggiori, e di corſo più lungo; il che eſſendo vero, tanto minor forza addimanderebbero per non deporſi, ſiccome anche minore la richiede il limo ſottile; e perciò pochi ſono i fiumi, i quali lo depongano nel proprio letto, fuorchè in poca quantità, e per cauſe affatto accidentali.

* ANN. XIX.

* ANN. XX.

Non è la ſola agitazione dell'acqua quella, che concorre a tenere ſollevate le arene, avendovi anche gran parte la copia delle medeſime. Per intelligenza di ciò ſi conſideri, che ſiccome il moto dell'aria può ben fare aſcendere, e tenere ſoſpeſi i vapori, ma non in ogni quantità, che ſi trovino, e perciò è neceſſario, che cumulatane una gran copia, finalmente ricadano in pioggia; così l'acqua, mediante l'agitazione, che ſi trova avere, non può ſoſtenere qualſivoglia quantità di parti più gravi di eſſa; ma devono eſſere limitate non tanto dal grado, che dalla ſomma del moto, che ſi trova nella medeſima. Quindi è, che il grado dell' agitazione corriſponde alla groſſezza, o ſottigliezza delle parti, e la ſomma del moto al numero, o quantità delle parti medeſime. Può darſi perciò il caſo, che il grado, o velocità dell'agitazione non ſia potente a ſollevare, e ſoſtenere un grano d'arena; ma ſminuzzato che ſia, reſti eſſo ſoſpeſo nell'acqua: non ſarà però il medeſimo grado valevole a ſoſte-

nere infinite granella della medesima misura, se non s'intenderanno essere dell'acqua infinite le parti e per conseguenza infiniti gradi di moto, rispetto al numero, ognuno de' quali sostenga un grano di arena; egli è perciò necessario, che il numero di questi sia limitato, e proporzionato alla somma del moto, che si trova in una certa quantità d'acqua, oppure, se così dir vogliamo, in una sezione di un fiume.

E' facile assicurarsi di ciò coll'esperienza; poichè presa una quantità d'acqua dentro di un vaso, ed agitata questa con un moto sempre uniforme ( il che si può ottenere con diversi artificj ), se a dett'acqua sarà infusa della polvere, si vedrà, che sul principio si mischierà ella con l'acqua, la quale perciò diverrà torbida; ma se continueransi ad aggiugnere sempre altra quantità della polvere medesima, si vedrà, ch'essa non si mescolerà più con l'acqua, ma cadrà al fondo del vaso; al che può concorrere non solo la deficienza della quantità del moto necessario a sostenere la quantità della terra aggiunta, ma ancora la vicinanza delle parti medesime, che facilmente unendosi insieme, formino una mole più pesante, che richiede un grado d'agitazione maggiore per essere tenuta sospesa nell'acqua. Per l'una parte, e per l'altra dunque delle suddette ragioni egli è evidente, che quantunque il grado del moto possa sostenere più parti di terra incorparate all'acqua, non potrà sostenere però tutta quella quantità, che a lui sarà somministrata; e perciò può darsi il caso, che in un fiume sia portata tanta quantità di terra, che l'acqua di esso non possa portarla via, se non in un tempo determinato; incidente, che porge motivo alla seguente Proposizione, i supposti della quale, sebbene di rado accadranno, non sono però impossibili.

## PROPOSIZIONE VII.

* ANN. XXI. * *Se ad un fiume sarà somministrata*, v. gr. *da torrenti influenti, tanta quantità di terra, o di arena, che non possa tutta incorporarsi con l'acqua di esso, si deporrà ella, ed alzerà il fondo; ma cessato l'influsso de' torrenti, la terra deposta sarà corrosa, e portata via dal corso del fiume; e se a far ciò si richiederà più tempo di quello intercede*

*cede fra un influsso, e l'altro de' torrenti, non potrà il fondo del fiume ridursi a quella minore declività, che addimanda la forza dell'acqua, e la resistenza della materia, che compone il fondo; ma si stabilirà fra due termini, l'uno de' quali sarà quello, che compete alla massima corrosione, che può fare il fiume in detto tempo; l'altro sarà quello, che è limitato dal massimo alzamento, che può fare la materia portata in esso.*

Io non stimo necessario il dimostrare a parte questa Proposizione, potendo applicarsi ad essa proporzionalmente la prova *della Proposizione VI. di questo Capitolo*, dalla quale non è in altro differente, che nel supposto della materia portata da' torrenti nel fiume, ed a questa Proposizione possono applicarsi i Corollarj, ed Annotazioni fatte a quella. Solo si può avvertire, che tanto è più facile la corrosione della materia in questo caso, quanto essa non ha bisogno, per essere corrosa, di essere spinta radente il fondo del fiume; ma può incorporarsi all'acqua, la quale, sebbene entrasse chiara nell'alveo del fiume, nulladimeno per tal corrosione s'intorbiderebbe; e perciò difficilmente verrà il caso, se non accidentalmente, che nel tempo, che corre tra l'una piena, e l'altra de' torrenti, non sia compita la corrosione, e stabilito il fondo.

Questa Proposizione ancora si verifica in parte in que' casi, ne' quali le piene de' fiumi nel suo maggior colmo fanno delle deposizioni, che poi sono levate nel calare delle medesime, o in acqua ordinaria, cessando le cause, che hanno cooperato a fare dette deposizioni; e perciò non bisogna maravigliarsi, se alle volte si vede un fiume basso corrodere l'arena, che taluno crederebbe dovesse essere stata portata via, non deposta dal fiume più alto; perchè * in alcuni luoghi si fanno per cause accidentali delle alluvioni nelle piene, che per altro non succederebbero fuori di esse, come a suo tempo si spiegherà. * ANN. XXII.

Rispetto finalmente alle materie, che sono portate a galla dall'acqua, queste meritano poca considerazione; posciachè, se esse non s'uniscono col fondo, o colle ripe, si depongono nelle golene, oppure sono portate fino all'ultimo sbocco. Talvolta però, cessando l'acqua ne' fiumi temporanei, restano esse nel fondo, o nelle spiagge del fiume; ma

so-

sopravvenendo nuov' acqua, di nuovo si alzano a galla, e seguitano il corso della medesima sempre nella parte, che è più veloce, cioè nel filone; salvo che talvolta, secondo la loro diversa condizione, o si frammischiano alle deposizioni terree, e servono ad accrescere la resistenza del fondo, o se sono rami d'alberi, e capaci di farlo, s' abbarbicano, e radicano nel fondo, o nelle sponde, e talora lo fanno così stabilmente, che servendo d'un considerabile impedimento, mutano la direzione al corso dell' acqua, o scostandolo, o stringendolo contro una ripa. Lo stesso succede per cagione de' semi delle piante, che portati dall' acqua, e deposti in qualche luogo idoneo, nascono, e vegetano, o vestendo d'erba le sponde de' fiumi, e con le radiche sostentandole, che non dirupino, o imboscando le golene, e le scarpe delle ripe dell' alveo, e le spiagge medesime, cagionando con ciò diversi effetti, ora utili, ora nocivi. Rare volte però, e forse non mai succede, che le materie galleggianti sopra l' acqua alterino considerabilmente, e stabilmente la positura del fondo, benchè molte volte mutino la situazione delle ripe.

* ANN. XXIII. * Dalle cose fin ora dette, concernenti le deposizioni delle materie portate dall' acqua, si potrebbero dedurre alcune altre Proposizioni; ma queste ricadrebbero nelle dimostrate di sopra in proposito dell' escavazione; poichè egli è evidente, che se si facessero deposizioni maggiori di quelle, che sono permesse dalle cause escavanti, comincerebbero queste ad operare, e tanto più facilmente, quanto che minor forza si ricerca per corrodere la materia deposta, come senza tenacità, che a staccare le parti d'un fondo antico, le quali rare volte saranno prive d' ogni legame colle vicine; e perciò torna lo stesso o considerare il fiume stabilito per via di sola escavazione senza alcuna deposizione, o pure per sola deposizione senza alcuna escavazione; mentre nell' uno, e nell' altro caso la forza dell' acqua tralascia di escavare, perchè la resistenza della materia, che compone il fondo, unita alla poca declività della di lui linea, la impedisce di ulteriormente operare.

Abbiamo fin ora addotte le cause, che concorrono a stabilire la situazione del fondo; resta ora, per compimento di questo Capitolo, da deter-

determinare il principio, dal quale vien regolata la distanza delle di lui parti dal centro della terra; attesochè ponno due fiumi avere nel fondo una situazione affatto uniforme sì nella lunghezza, che nella degradazione delle cadute; ancorchè le parti simili degli alvei dell' uno, e dell' altro siano diversamente distanti dal centro della terra, come evidentemente dovrebbe succedere, se uno entrasse nel mare, cadendo da una cateratta, chiusa, o sostegno, e l' altro entrasse placidamente, portando la sua superficie ad unirsi insensibilmente a quella del mare. Questo caso assai bene insegna, che l' altezza, o bassezza degli alvei de' fiumi, de' quali sia stabilita la linea cadente de' fondi, unicamente dipende dagli sbocchi, il fondo de' quali dee servire per base a tutta la parte superiore del fiume, disponendo sopra di esso tutte le linee, o declività, che competono a tutte le parti dell' alveo, fino alle fontane, dalle quali tirano l' origine i primi rivi. Se però il fiume non avrà il letto seguito, e continuato dal principio al fine, come se sarà interrotto o da cateratte, o da laghi, paludi, e simili, si devono considerare queste come il fine del fiume, ed assumere la parte superiore della cateratta, o la foce dell' immissario come un nuovo sbocco, sul quale s' appoggi l' intera situazione delle parti superiori. Ma di ciò più a lungo discorreremo nel Capitolo ottavo, siccome tratteremo più ampiamente della larghezza de' fiumi in altri luoghi, secondo che porterà l' occasione della materia.

# CAPITOLO SESTO.

## *Della rettitudine, e tortuosità degli alvei de' fiumi.*

DOpo d' avere indagate nel Capitolo precedente le cause radicali delle due principali proprietà de' fiumi, cioè della profondità, o piuttosto della declività, e larghezza degli alvei; pare, che il buon ordine porti a considerare quali siano le vere cagioni della loro diversa situa-

ſituazione nella ſuperficie terreſtre, riſcontrandoſi in queſto particolare molte circoſtanze, degne d'una particolare avvertenza. Si vede tutto il giorno da chi conſidera il corſo de' fiumi, che altri di queſti ſi ſtendono in una linea retta dal ſuo principio fino al fine, ed altri ora s'incurvano, formando angoli aſſai grandi, ora s'increſpano nelle curvità delle corroſioni, ora ſi raggirano in mille meandri: nel che ſi deve riconoſcere o un fine particolare della natura, o pure una neceſſità inevitabile, che obblighi i fiumi a prendere ſtrade diverſe l'uno dall' altro.

S'io conſidero la natura nella ſua ſemplicità, difficilmente poſſo darmi a credere, ch'ella affetti altra ſtrada, che di linee rette; poichè corre un aſſioma comune fra' Fiſici, che *la natura opera ſempre per i mezzi, e ſtrade più compendioſe*. Quindi è, ch'eſſendo l'intento della natura di portare per gli alvei de' fiumi le acque di eſſi al ſuo termine, cioè al mare, o a' fiumi maggiori, è difficile d'immaginarſi il fine, per lo quale ſceglie ella vie oblique, e tortuoſe per lo corſo de' fiumi, duplicando molte volte, e triplicando la lunghezza della ſtrada, che per una ſola linea retta s'avrebbe breviſſima. E' dunque neceſſario il dire, che *l'obbliquità del corſo de' fiumi ſia una neceſſità indotta dalle circoſtanze*, *e dall' azioni delle cauſe parziali*, *che concorrono alla generazione*, per così dire, *degli alvei*; e che eſſendo ſommamente difficile il fare, che un moto prodotto, e diretto da più cagioni ſeguiti la rettitudine di una linea, neceſſariamente perciò ſucceda, che i fiumi prendano ſtrade oblique, e tortuoſe, ſecondo la diverſità o delle reſiſtenze, o delle cauſe, che o s'uniſcono, o ſuccedono l'una all'altra nell' operare.

La neceſſità, che hanno avuta gli uomini d'impedire la voracità de' fiumi, che ingojano, colla corroſione delle ripe, molte volte le ſoſtanze d'una famiglia, e col mutar corſo; ed abbandonando i ponti, ſotto i quali avevano l'eſito, non rare volte interſecano le ſtrade, ed interrompono la libertà del commercio, oltre mille altri mali dipendenti dall' inſtabilità de' fiumi medeſimi, è ſtata quella, che ha acuiti gl' ingegni degli architetti di acque a cercarne i rimedj, e ad indagarne le

cauſe;

cause; onde è, che niuna altra parte dell'architettura dell'acque è stata trattata più di questa, parendo forse, che ella non si estendesse oltre questa materia. Bisogna però confessare, che non si è fin ora fatto molto profitto, o siasi che troppo moltiplicate siano le cause, che cagionano le corrosioni, e le mutazioni di corso, o che sia troppo difficile il misurare l'energia delle medesime, e il proporzionar loro la resistenza de' ripari, o che sia facile lo sbaglio nella investigazione della vera causa produttrice dell'effetto, che si vorrebbe rimuovere. E perciò il più delle volte vanamente si travaglia, ed inutilmente si spende il tempo, e il denaro in voler resistere al corso incamminato d'un fiume; anzi molte volte il rimedio è peggiore del male, non essendo rari que' casi, ne' quali un riparo portato via dal fiume ha tirata seco in un giorno la rovina della ripa, a cui egli era connesso, e la quale per altro avrebbe resistito più lungo tempo.

Io non pretendo con ciò di condannare l'uso di difendere le sponde de' fiumi, e molto meno di dar regole di farlo sicuramente. So quanto egli sia difficile, e quanti riguardi, e cautele si richiedano a chi ne intraprende la pratica. Nè mi è ignoto, che molto insegna l'esperienza, e l'esperienza del fiume, in cui si travaglia, la cognizione del quale, rispetto alle proprietà individuali, è affatto necessaria. Non deve però l'esperienza andare scompagnata dal lume, che somministrano le cognizioni teoriche; altrimente rimarrà ella affatto all'oscuro, qualunque volta manchino le circostanze, alle quali resta ella appoggiata. Pretendo bene di porgere qualche lume alla pratica, per altro cieca, degli architetti delle acque, acciocchè dalla cognizione delle cause possano condursi più facilmente a quella degli effetti, e proporzionare a quelle, ed a questi le loro invenzioni, e ciò senza uscire dal mio istituto, qual è di rendere palese la natura de' fiumi, addurre le cagioni degli effetti, che in essi si riscontrano, e di mettere in chiaro le regole osservate dalla natura medesima nella condotta de' fiumi.

So, che il Barattieri, ed il Michelini hanno trattata ampiamente quella materia, e molti dopo sono stati quelli, che hanno proposti de' modi di riparare le ripe, acciocchè in esse non succedano corrosioni; onde io pren-

prendendo da' primi ciò, che ho creduto conforme alla verità, ho aggiunto quello di più, che mi è venuto in mente sopra questa materia, e che mi è paruto non lontano dal vero. Mi è ben convenuto di separare le cause l'una dall'altra, considerando ciò, che dall'una, presa sola, può derivare, senza unire l'efficienza di più di esse insieme congiunte; poichè (oltrechè avendo destinato di fare altrimenti, mi sarebbe stato necessario d'intraprendere un trattato intiero) ho creduto, che chi avrà ben inteso il modo di operare d'ognuna delle cause addotte, potrà facilmente dedurre ciò, che possano due, o più di esse congiunte: nè ho mancato di dare di passaggio qualche avvertimento a' pratici, che potrà loro giovare nella costruzione sì de' ripari, che degli argini, i quali si fanno alle sponde de' fiumi tortuosi. Seguitando perciò l'intrapreso metodo, ho distesa tutta la materia in alcune Proposizioni, dalle quali ho dedotti gli opportuni Corollarj, ne' quali ho, cred'io, spiegato tutto ciò, che può appartenere al soggetto di questo Capitolo.

## PROPOSIZIONE I.

*Se un grave sarà posato sopra d'un piano inclinato, lasciato che sia in libertà, discenderà per quella linea, che dal centro del mobile cadrà perpendicolare alla comune sezione del piano inclinato col piano orizzontale.*

*Tav. 4. Fig. 22.* Sia il piano orizzontale I G C H, e l'inclinato E F C D, e la comune sezione di essi sia la linea D C: dico, che se il grave A sarà posato sopra il piano inclinato E F C D, lasciandolo cadere, prenderà esso nel discendere la linea A B perpendicolare alla D C; posciachè egli è certo, che i gravi tutti prendono nel loro discendere quella strada, per la quale più presto ponno avvicinarsi al centro, o, che è lo stesso, per la quale più presto arrivano a toccare il piano orizzontale; ma la linea A B, come perpendicolare alla D C tirata sul piano orizzontale, è più breve della linea A D, e generalmente di tutte quelle, che dal punto A ponno tirarsi alla D C: adunque il grave A descriverà nel suo discendere la linea A B; il che ec.

Co-

## COROLLARIO I.

E perchè *l'acqua* anch'essa è un corpo grave, perciò *trovandosi* dell'acqua *in A senz'altra direzione, che quella, che le può dare la propria gravità, discenderà anch'essa per la linea A B.*

## COROLLARIO II.

Similmente perchè la linea A B è quella, che fa l'angolo maggiore col piano orizzontale, ( come facilmente si può provare, lasciando cadere dal punto A una perpendicolare al piano orizzontale, v. gr. A K, e dal punto A tirando le linee K B, K D, dalla quale costruzione farassi l'angolo A B K maggiore di A D K, per essere le due A B, K B minori ad una ad una delle due A D, D K, e la linea A K comune ); ed essendo perciò la linea A B quella, che ha più di caduta in eguale lunghezza, ne segue, che *dovendo l'acqua discendere per la sola virtù della propria gravità, sceglierà quella linea, per la quale troverà maggior caduta*, o la quale ( che è lo stesso ) sarà più inclinata all'orizzontale.

## COROLLARIO III.

Non essendo però l'acqua un solo corpo, ma l'aggregato di più corpicciuoli insieme, n'avverrà, che *posta una quantità d'acqua in A, non potrà ogni parte di essa discendere per la linea A B; ma diverse parti sceglieranno diverse linee*; tutte però per questa ragione *paralelle ad A B.*

## COROLLARIO IV.

Essendo però impossibile, che *l'acqua* corra giù per lo piano E C senza qualche altezza di corpo, bisogna, che tale altezza *in virtù della pressione spinga lateralmente qualche parte di acqua, la quale venga obbligata a prendere una linea obbliqua*, v. gr. A D; *ma* essendo maggiore la velocità per A B, che per A D, maggiore anco sarà il corso, e lo scarico dell'acqua per essa A B; e in conseguenza *non potrà allargarsi molto il corso di tutta l'acqua a destra, ed a sinistra della linea A B.*

## COROLLARIO V.

Che *se il corso per A B sia fatto con tanta velocità, che basti a allontanare l'una dall'altra le parti del piano A B, farassi l'escavazione per la linea A B;* e perciò profondandosi l'acqua sotto la superficie del piano E C, *serviranno le sponde di questo scavo ad impedire l'allargamento dell'acqua;* e perciò discendendo essa per un piano tanto declive, che possa coll'escavazione formarvi dentro *l'alveo, sarà questo disposto in una linea retta, che abbia la caduta maggiore di quella, che possano avere tutte le altre linee tirate da quel punto sopra del piano medesimo.* Lo stesso succederà, se, non essendo il piano tanto declive, che possa essere escavato, l'acqua sia torbida, e possano farsi delle alluvioni; perchè in tal caso *la materia terrea si deporrà lateralmente alla linea A B, ed alzandosi le sponde, succederanno gli effetti medesimi dell'alveo scavato.*

Queste dimostrazioni però suppongono, che la materia, della quale è composto il piano, sia omogenea, almeno nella resistenza delle parti all'essere staccate; altrimenti potranno succedere delle alterazioni, come si dirà più abbasso.

## PROPOSIZIONE II.

*Se un grave sarà gittato sopra un piano declive con qualche direzione obbliqua, descriverà esso sopra del medesimo piano una linea curva, sin tanto che la forza, che lo spinge per detta direzione, gli si tolga dalle resistenze di esso piano; indi discenderà per la linea retta, di cui si è parlato nella prima Proposizione.*

Prima d'accingermi alla dimostrazione di questa Proposizione, devo avvertire in primo luogo, ch'io *non parlo di piani matematici, ma di piani fisici*, e conseguentemente ineguali (come, parlando di acque, sarebbe un piano di terreno), ne' quali perciò si possono intendere delle resistenze, che impediscano la velocità del mobile, e finalmente l'estinguano; ed in secondo luogo si dee pure intendere, che *la natura del moto attuale, o di traslazione è di tal sorte, che non si può concepire senza*

in-

*intendere il mobile con qualche direzione*, cioè senza intendere, che sia trasportato verso qualche parte, *e con qualche velocità*, mediante la quale sia valevole a scorrere un dato spazio in un dato tempo.

Per quello, che s'aspetta alle *direzioni*, queste o *sono semplici*, o *sono composte*: *semplici direzioni si chiamano quelle, che si esercitano per linee rette*, come sono supposte comunemente quelle delle cadute de' gravi, e queste sono prodotte da una, o da più forze operanti per la retta medesima. Questo si può intendere in due maniere; o perchè veramente operando da se ognuna delle forze, spinga il mobile per detta linea, o perchè operando le forze separate per linee diverse, quando poi si congiungono, uniscano la propria forza in una terza linea retta, nella quale si trovi egualmente ubbidienza all'una, ed all'altra delle direzioni delle potenze motrici: ciò però non ostante si chiamano semplici direzioni, perchè quantunque le forze siano diverse, e diversamente operanti, nulladimeno ponno equivalere ad una terza forza eguale di energia a quella, che si esercita nel mobile.

*Direzioni composte si chiamano poi quelle, che sono prodotte da diverse potenze operanti per diverse direzioni semplici, ma non con moti equabili*; e perciò queste vanno a terminare i loro effetti in linee curve, come sono le circolari, le ellittiche, le paraboliche ec. Ma perchè il moto prodotto dalle semplici potenze è di sua natura uniforme, ed equabile, e per conseguenza non impedito, continuerebbesi eternamente, e colla direzione di prima; perciò *non si può intendere, che una direzione si muti, se non incontri qualche impedimento, o non si aggiunga di tempo in tempo nuova forza al mobile.*

Supposto, per esempio, che il mobile A sia trasportato di moto equabile per la linea A B, continuerà egli a muoversi per essa indefinitamente; ma se arrivato in B, troverà il resistente C D, che lo impedisca di portarsi più avanti per detta linea, ma non gli levi alcuna parte della forza intrinseca, che l'obbliga a muoversi, cambierà esso direzione in B E, ma non muterà velocità, e saranno gli angoli C B A, E B D eguali. Questo adunque è il primo caso, nel quale si muta la direzione di un mobile. Tav. . Fig. 15

Ne'

Ne' moti composti poi, se ambidue i moti componenti sieno equabili, come A B, F B, benchè diversamente veloci, e se l'uno, e l'altro di essi spinga il mobile B, non prenderà esso la direzione B E, nè la B D, ma un'altra terza B C, che sarà il diametro di un parallelogrammo, i cui lati BD, BE sieno le linee continuate de' moti componenti, ed abbiano la proporzione delle velocità F B, A B. Che se i moti non fossero equabili ambidue, ma o uno uniforme, e l'altro ritardato, o accelerato, oppure l'uno accelerato, e l'altro ritardato, o tutt'e due accelerati, o ritardati, ma difformemente, non potrà il mobile scorrere per una linea retta, ma dovrà descrivere col suo centro dell' impeto una curva, nella quale perchè ad ogni momento si muta direzione, perciò si dee questa intendere in ogni punto di essa curva di tal maniera, come se il mobile fosse nella linea tangente, che passa per lo punto medesimo; la qual tangente sarà la linea di direzione del mobile. E quindi nascono molti casi, ne' quali i mobili sono sforzati a mutare direzioni o in una maniera, o in un'altra, secondo la proporzione, che hanno fra loro le potenze moventi ec.

*Tav. 4. Fig. 14.*

Quello, che più importa, si è di esaminare da qual principio sieno derivate le prime direzioni del mobile. Io considero dunque, che *qualunque forza agente non solo imprime nel mobile quella quantità di moto, o d'impeto, che lo porta da un luogo all'altro, ma in oltre lo determina a muoversi per una linea determinata.* Questa forza agente o è la prima causa del moto, e rispetto a questa, non si può assegnare altra cagione della direzione del mobile, che il di lei libero arbitrio, essendo stato in piena libertà del sommo Creatore il far muovere le materie da esso create per quelle linee, che più gli sono piaciute; ovvero per forza agente s'intende una causa seconda, o occasionale della comunicazione de' moti, e da essa succedono le direzioni, secondo certe leggi particolari; poichè egli è certo, che non mai si muoverà un corpo, se ad esso non sarà comunicata una certa potenza da un altro corpo o attualmente mosso, o in conato al moto. Se il corpo movente sarà attualmente mosso, sarà altresì necessariamente con qualche direzione; e perciò la regola è, che se *la linea retta tirata dal punto della percossa,*

*o dalla*

*o dalla comunicazione de' moti al centro dell' impeto, o di gravità del mobile, sarà in dirittura della direzione del movente, seguiterà il mobile la medesima direzione del movente; ma se queste due linee faranno angolo fra loro, la direzione del mobile seguiterà quella linea, che connette il punto della percossa col centro di gravità del mobile*, e lascierà la direzione del movente.

Similmente ne' conati (poichè anche questi hanno sempre qualche determinazione), s' ella sarà una sola, è necessario, che il mobile ubbidisca alla medesima nella maniera, che si è detta di sopra; e perciò, secondo l'applicazione di esso alla forza energetica, talora prenderà la medesima direzione del conato, e talora un'altra, che sia obbliqua alla predetta, e generalmente *s' appiglierà a quella, che è insegnata dalla linea tirata dal punto dell' applicazione al centro di gravità del mobile;* e finalmente *se le direzioni del conato saranno diverse in una medesima parte;* come se saranno fatte in essa da altrettante direzioni determinate (che ponno equivalere in un certo modo ad un conato, o indeterminato nelle direzioni, o piuttosto determinato ad ognuna di esse, come succede ne' corpi fluidi a causa della propria pressione, e de' corpi elastici per ragione della loro forza espansiva): *allora la determinazione delle direzioni del mobile si dee tutta al difetto delle resistenze;* e ciò (per non uscire dalla materia, della quale trattiamo) manifestamente apparisce *ne' vasi pieni d' acqua*, ne' quali dappertutto, ove s' aprono fori, *sboccano le acque con la direzione de' fori* medesimi, che sono quelli, che danno la forma dell' applicazione del mobile al conato del movente.

Passando dalla direzione alla velocità del mobile, è da avvertirsi, esser questa un effetto cagionato dalla forza comunicata, o impressa dal movente, ed attemperata dalla copia della materia del mobile; poichè la medesima forza movente farà muovere più velocemente un picciol corpo, che un grande, mancando nell' intensione quanto si perde nell' estensione. Può dunque essere, che la velocità del mobile, o per difetto di forza, o per troppa abbondanza di materia, sia così piccola, che in ogni tempo sensibile venga comunicata tutta la forza alle resistenze, e

che

che perciò perdendola il mobile, eſiga il fomento di nuova potenza, per continuare a muoverſi, come ſi vede nelle carrozze, le quali d'ordinario ſe non ſono tirate da' cavalli, ſi fermano; e queſta maniera di muoverſi ſi chiama *moto per impulſo*. Ma eſſendo la velocità del mobile aſſai grande, e tale, che non poſſa ad un tratto eſſere aſſorbita, per così dire, dalle reſiſtenze, ſi continuerà bensì il moto, ma non con la primiera velocità, la quale perciò ſempre ſcemandoſi, permetterà finalmente, che il mobile, perduta che abbia affatto la forza, ſi riduca alla quiete, come ſuccede nelle palle d'artiglieria, le quali, anche lontane dalla forza del fuoco impellente, continuano a portarſi avanti con grande velocità, e queſta continuazione di moto, ſenza l'ajuto di nuova forza, ſi chiama *fatta da un impeto impreſſo*, oppurè *moto di projezione*. Ciò ſuppoſto, è manifeſto, che i corpi, che ſi muovono per impulſo, mantengono quanto a loro la direzione dell'impellente, il quale ſempre è neceſſario, per così dire, che ſtia loro alle ſpalle, per iſpingerli avanti. Ma i corpi moſſi per impeto ſeguitano almeno ſul principio quella direzione, che loro vien data dal movente; per altro poi nel progreſſo ſono pronti a mutarla, ſe o altre forze con altre direzioni, o le reſiſtenze incontrate li obbligano a prenderne d'altra ſorte.

Io mi ſono eſteſo ſu queſto particolare delle velocità, direzioni, ec. de' mobili più di quello era neceſſario per la dimoſtrazione della Propoſizione di ſopra enunciata; ma ciò non ſarà ſtato affatto fuori di propoſito, poſciachè la materia di queſto Capitolo addimanda di quando in quando molte delle notizie, che in queſta occaſione abbiamo apportate.

Tav. 4. Fig. 25. Sia dunque il piano inclinato A B D C, ſopra il quale ſcorra un grave E, portato dal proprio impeto per la direzione E F; e ſupponiamo, che la lunghezza della ſtrada E F ſia quella, che baſta a trovare tante reſiſtenze, che poſſano diſtruggere l'impeto di eſſo. Dico, che il grave E, ſuppoſta la direzione obbliqua E F, deſcriverà una linea curva, v. gr. E G uguale alla retta E F, ed arrivato in G, vi ſcenderà rettamente per la G H, perpendicolare alla C D, che ſi ſuppone la comune ſezione del piano inclinato A D con un piano orizzontale.

Poſciachè eſſendo E ſpinto per la linea E F dal proprio impeto (il

quale,

quale, benchè di sua natura sia atto a fare un moto equabile, nulladimeno, a cagione delle resistenze del piano, converrà sia ritardato), ed essendo che nell'istesso tempo, che il mobile tende verso F, la propria gravità lo porta con moto accelerato verso la linea C D, per quello si è dimostrato nella Proposizione antecedente; perciò combinandosi un moto ritardato, ed uno accelerato nel medesimo mobile E, converrà, che esso descriva una linea curva, per la quale vada sempre accostandosi al punto F, e nello stesso tempo ancora alla linea C D; e questa sarà, v.g. la curva E G, la cui natura dipende dal modo, o proporzione del ritardamento, secondo la direzione E F, e dell'acceleramento, secondo la direzione G H. E perchè si è supposto, che la lunghezza del viaggio E F sia quella, che basti per far incontrare al mobile tante resistenze, che sieno sufficienti ad assorbire tutto l'impeto di esso; allora parimente sarà cessato l'impeto del mobile G, quando egli avrà fatto per E G tanta strada, che gli abbia somministrate tante resistenze, quante ne avrebbe avute per E F, cioè quando E G sarà eguale ad E F; adunque arrivato il mobile in G, sarà distrutto in esso ogni impeto precedente, e per conseguenza ogni direzione verso F; restando perciò il grave privo d'ogni altra direzione, fuor di quella della propria gravità, discenderà per la linea G H; il che ec.

## COROLLARIO I.

*Quanto maggiore sarà l'impeto del mobile E, e quanto minori saranno le resistenze del piano, e parimente quanto minore sarà la di lui inclinazione all'orizzonte, tanto più lunga sarà la linea curva E G; ma minore sarà la curvità di essa: ed al contrario* il Galileo, prescindendo da ogni sorte di resistenze, ha dimostrato, che tale curva sarà una linea parabolica; ma in caso di resistenze considerabili, grande ancora sarà la differenza da essa.

## COROLLARIO II.

* *L'acqua anch'essa* (che non meno d'un grave solido, si può muovere per impeto impresso, ed accelera i suoi moti, discendendo verso il * ANNOT. I.

centro de' gravi ) *se entrerà a scorrere sopra d' un piano con qualche direzione*, *ed impeto*, come se dopo aver corso fra le montagne, sboccasse dalle foci di queste in una pianura, nella quale non trovasse alveo alcuno, *farà l' effetto medesimo*, *descrivendo una linea curva col suo moto*. Ben è vero, che per le ragioni dette di sopra al *Corollario IV. della Proposizione antecedente*, si farà qualche spargimento d' acqua laterale tanto dalla parte superiore, che dall' inferiore, e questa volterassi per linee obblique di maggiore curvità, che finalmente termineranno in linee rette perpendicolari alla retta C D; ma l' acqua sparsa dalla parte superiore della linea E G converrà, che ricadendo verso di essa, seguiti il di lei corso, e al più faccia col suo peso in maniera, che la curvità E G si renda maggiore.

## COROLLARIO III.

*E quando la velocità*, della quale è dotata l' acqua corrente per la linea E G, *sia bastante ad escavare il piano A D*, *tale escavazione si farà per detta curva E G;* e parimente *quando l' acqua sia torbida*, *e la di lei forza non sia bastante per fare escavazioni*, *si formerà essa l' alveo d' alluvioni per la linea predetta*, *ed a misura che si anderanno alzando le ripe*, *s' impediranno dall' altezza di queste l' espansioni laterali dell' acqua*. * Ben è vero, che in questo caso le ripe non s' alzeranno egualmente, ma più si eleverà in egual tempo quella, che risguarda la parte più alta del piano, e meno la contrapposta, la quale giunta che sia ad una determinata altezza, può succedere, che non s' alzi di vantaggio, per essere la di lei declività, acquistata verso la parte C D, giunta a tal segno, che non permetta deposizione alcuna di torbida.

* ANNOT. II.

## COROLLARIO IV.

Siccome portandosi *l' acqua* da E verso G, va perdendo l' impeto, e conseguentemente la velocità, così *è necessario*, *che procedendo da E verso G*, *si vada sempre allargando*, *e minori succedano le escavazioni;* ma per lo contrario impedendo le sponde dell' alveo formato l' espan-

pansione dell'acqua, rendesi essa più vigorosa, sì per non avere più tante resistenze da superare, come prima, sì perchè l'altezza del corpo di essa può sottentrare a dar fomento all'impeto perduto; e perciò a misura che maggiore succederà l'incassamento del fiume dalla parte di E, ne seguirà sempre maggiormente la formazione dell'alveo nelle parti più lontane verso G.

## COROLLARIO V.

E perchè la forza dell'altezza dell'acqua, che è un conato esercitato per tutte le direzioni, viene ad essere determinata dal difetto delle resistenze ad una direzione paralella all'andamento delle sponde; quindi è, che *l'escavazione dell'alveo non solo contribuirà a formare più presto il letto al fiume verso G; ma sarà cagione, che sboccando da G l'acqua con una certa direzione, e con un impeto determinato*, non possa essa scorrere per la linea G H, ma la curvità si prolunghi più avanti, v. gr. fino in L, accostandosi però sempre più al paralellismo di G H; * dopo di che finalmente si ridurrà a formarsi l'alveo paralello a G H; e ciò s'intende sempre supposta l'uniformità della resistenza nella materia del piano A D. * ANNOT. III.

## COROLLARIO VI.

E perciò è manifesto, che nell'*uno, e nell'altro caso delle due Proposizioni dimostrate l'acqua, quanto è in se, ha propensione di scorrere per alvei retti, ed il più che sia possibile declivi.*

## PROPOSIZIONE III.

*Se sarà una sezione di un fiume retto, per lo quale cioè siano le direzioni di tutte le parti dell'acqua corrente perpendicolari al piano della sezione medesima, se il fiume sarà stabilito di fondo, e di sponde, non potranno queste essere corrose dall'acqua, quando sia eguale dappertutto la resistenza della materia, che compone detta sezione.*

Questa Proposizione è manifesta; poichè essendo per lo supposto le direzioni dell'acqua perpendicolari al piano della sezione, e per conseguenza paralelle alle sponde, non potrà mai l'acqua andar a battere

le sponde nè rettamente, nè obbliquamente; e perciò a causa dell'impeto non le altererà; ed essendo il fondo stabilito, non potrà esso nè deprimersi, nè elevarsi, e per conseguenza non potrà ristringersi la sezione, nè le sponde potranno allontanarsi l'una dall'altra; e perciò per tal cagione non potranno restar corrose: similmente supponendosi la resistenza delle ripe equilibrata con la forza delle piene massime, avranno esse potere di conservarsi contro la medesima, e contro ogni altra minore. E finalmente essendo la resistenza dell'alveo eguale per tutto, non vi è ragione alcuna, per la quale l'acqua debba corrodere più una sponda, che l'altra: non potranno esse dunque essere corrose dall'acqua; il che ec.

### COROLLARIO.

Di quì nasce, che *i fiumi, i quali hanno gli alvei in linee rette, non ponno farsi tortuosi, che per cagioni accidentali*, delle quali parleremo più abbasso.

## PROPOSIZIONE IV.

*Se la sezione di un fiume retto sia stabilita tanto in larghezza, quanto in profondità, e la figura di essa sia quella di un paralellogrammo rettangolo, sicchè le sponde della medesima siano perpendicolari all' orizzonte, non sarà mai essa alterata dal corso dell' acqua, quando questa sia chiara; ma se la medesima sarà torbida, o porterà sasso, sarà altresì necessario, che le sponde si corrodano, e che nella sezione si faccia il fondo inclinato dalle sponde verso il mezzo di essa.*

Suppongasi per escavazione manufatta formato un alveo retto, il cui fondo sia un piano così declive, che non possa essere alterato, nè scavato dalla forza dell'acqua corrente per esso, e siano le di lui sponde perpendicolari all'orizzonte, e di tal materia, che possano reggersi in detta situazione, non ostante la forza dell'acqua corrente per detto alveo, ma niente più, e sia detta sezione il rettangolo B D F C: dico in primo luogo, che se per essa correrà acqua chiara, non si altererà di sorte alcuna. Suppongasi, che B C sia la superficie dell'acqua, il cui mezzo sia A, e similmente sia il fondo della sezione D F orizzontale, ed

*Tav. 4. Fig. 16.*

ed il di lei mezzo E (che supponiamo stabilito nel senso del precedente Capitolo), e diasi, che la materia, della quale è fatto l'alveo, sia uniforme, ed uniformemente resistente. Introdotto dunque a correre un corpo d'acqua in questa sezione coll'altezza E A, non l'altererà di sorte alcuna, perchè non potendo profondarsi a cagione di supporsi stabilito il fondo D F, nè elevarsi per mancanza di materia, essendo l'acqua chiara, ne siegue, che in tale stato durerà sempre. Similmente perchè le sponde B D, C F si suppongono di tal materia da potersi sostenere sul taglio perpendicolare in proporzione della forza, che le rade, ed essendo la larghezza D F stabilita, non potranno mutare situazione, nè essere corrose: adunque la sezione B D F C non potrà essere alterata di sorte alcuna.

Dico in secondo luogo, che se l'acqua corrente sarà torbida, sarà necessario, che il fondo della sezione s'abbassi nel mezzo, s'elevi nelle parti laterali, e nelle parti superiori s'allarghi. Posciachè supponendosi, che la forza dell'acqua sia tale da mantenere il fondo E colla forza del filone, scostandosi questo da E verso F, perderà di forza per l'avvicinamento alla ripa C F, e conseguentemente non potrà mantenersi il fondo scavato alla profondità di E; e perchè in E la forza dell'acqua è precisamente tanta, quanto basta per impedire le deposizioni della materia terrea, non potrà essere sufficiente a farlo, per esempio, in H, e molto meno in F: adunque fra E, ed F si deporrà della materia, e tanto più se ne deporrà, quanto più impedita sarà la velocità dell'acqua, cioè quanto più il sito sarà vicino alla sponda C F; ma ciò facèndosi, è evidente, che la sezione B D F C si renderà minore, e per conseguenza converrà, che la superficie dell'acqua si elevi, e ciò seguendo, o accrescerassi la velocità dell'acqua in E, o almeno il peso, il quale colla forza della velocità potrà corrodere il fondo v. gr. da E sino in K: adunque la sezione si profonderà: posto adunque il maggior fondo in K, col medesimo discorso si proverà, che le deposizioni dovranno elevare il fondo verso la ripa, come K H. E perchè l'alzamento della superficie dell'acqua accresce velocità proporzionalmente in tutte le parti di essa, non potrà la ripa C F (la cui resistenza si suppone equilibrata con una forza

forza minore) resistere ad una maggiore, e per conseguenza diruperà, ed allargherà la sezione, v. gr. da C in G, formando la sponda G H di tal declività, che basti a resistere al corso accresciuto dell'acqua; il che ec.

## COROLLARIO I.

Di quì è manifesto, che essendo uniformi le condizioni della sezione dall'una parte, e dall'altra, sarà la figura del fondo, e della ripa di essa dalla parte opposta B D eguale in tutto, e per tutto alla K H G.

## COROLLARIO II.

E perciò le sezioni naturali de' fiumi retti avranno il fondo più grande nel mezzo, che da' lati, disposto perciò o in due linee, che formino angolo insieme nel mezzo della sezione, oppure in una linea curva, il cui vertice sia nel mezzo dell'alveo. Ma le sponde saranno disposte per lo più in una linea retta, che faccia angolo coll'andamento del fondo della sezione.

## COROLLARIO III.

Lo stesso succederà in un fiume, che porti acqua chiara, purchè esso siasi escavato l'alveo colla forza del proprio corso, essendo che tanta a un dipresso, o poco maggiore è la forza, che si richiede per fare delle escavazioni, quanto quella, che è necessaria per impedire le deposizioni.

## COROLLARIO IV.

Dalla predetta dimostrazione resta pure evidente, che ne' fiumi retti, siccome il maggior fondo, così la maggior velocità è nel mezzo dell' alveo, e per conseguenza ivi è il maggior corso, o il filone dell'acqua.

## COROLLARIO V.

Supponendosi, che in tutte le sezioni di un fiume diritto sia uniforme la resistenza della materia, della quale è composto l'alveo, e parimen-

rimente, che per tutto ſia uniforme il modo dell'introduzione dell'acqua corrente nell'altre ſezioni, non potrà il fiume, ſe non per cauſe accidentali, laſciare la primiera dirittura.

## PROPOSIZIONE V.

*Se l'alveo di un fiume retto ſarà compoſto di materia, la quale diſegualmente reſiſta al corſo dell'acqua, ivi maggiormente ſi eſcaverà il fondo, dove ſarà materia meno reſiſtente, e ſi eleverà, dove la materia ſarà più tenace.*

Sia la ſezione del fiume retto A C D E B, che ſupponiamo in prima ſia di un fiume, che abbia l'alveo compoſto di materia poco uniforme, e perciò ſupponiamo, che la parte C D ſia di materia poco reſiſtente, e la D E di materia molto reſiſtente: dico, che la parte del fondo C D ſi profonderà, e la D E ſi eleverà. *Tav. 4. Fig. 27.*

Poſciachè o ſia l'alveo fatto per eſcavazione, o per depoſizione, ſupponendo, che eguale ſia la forza dell'acqua tanto in C D, che in D E, e che in C D ſia minore la reſiſtenza del fondo, ſe la forza agente ſopra D E è quella, che preciſamente impediſce le depoſizioni, e la reſiſtenza di D E quella, che impediſce le eſcavazioni, non potrà il fondo D C reſiſtere al profondamento, addimandando minore declività, per oſtare alla ſeparazione delle parti del terreno: ſupponiamo adunque, che l'eſcavazione ſiaſi fatta ſino in F D; eſſendo adunque in F D accreſciuta l'altezza dell'acqua v. gr. G F, ivi correrà con maggior velocità di prima, e renderaſſi più potente a maggiormente ſcavare; ma quanto creſce la velocità dell'acqua in G F, tanto ſcema in H I, anche per eſſerſi accreſciuta la ſezione di quanto importa la figura C F D: adunque ſe la velocità primiera in I era preciſamente quanto baſtava per impedire le depoſizioni, ſcemata che ſia, non ſarà più ſufficiente ad impedirle, e per conſeguenza facendoſene ivi, s'alzerà il fondo D E v. gr. in D K, ſino a formare la pendenza, che s'uguagli con la velocità H M: adunque il fondo C D ſi abbaſſerà, ed il fondo D E ſi eleverà, ſe la reſiſtenza di eſſi ſarà diſeguale; il che ec.

Co-

## COROLLARIO I.

*Perchè* adunque *la velocità dell' acqua è maggiore verso la ripa A C di quello sia verso la ripa E B, converrà, che la resistenza della ripa A C ceda alla forza dell' acqua, e restando corrosa, s' allontani da essa;* ed al contrario *la ripa B E restando più lontana dal maggior corso del fiume*, e per conseguenza ritardata la velocità dell' acqua, *vicino ad essa si faranno delle deposizioni, e la ripa B E s' accosterà più verso il mezzo del fiume, perdendo l' alveo in questa parte la primiera rettitudine.*

## COROLLARIO II.

Anzi *se la poca resistenza del fondo D C sia tale, che permetta l' escavazione al pari, o più bassa del* fondo D, *mezzo dell' alveo, lascierà il filone il sito D, e porterassi verso F; il che tanto maggiormente contribuirà alla corrosione della ripa A C, alla formazione della spiaggia D K, ed all' avanzamento della ripa B K verso D, mezzo dell' alveo.*

## PROPOSIZIONE VI.

*Se un mobile sarà posto senz' alcuna direzione sopra d' una superficie inclinata, nella quale siano delle concavità continuate sino al fine di essa, le quali sempre s' avvicinino al centro de' gravi, oppure alla linea, che è la comune sezione del piano orizzontale coll' inclinato, discenderà il mobile per esse concavità, purchè l' inclinazione sia tanta, che basti a fargli superare le resistenze, che sia per incontrare.*

*Tav. 4. Fig. 28.* Sia il piano F G inclinato, il cui lato G H sia la comune sezione di esso col piano orizzontale, e sia una concavità, o canale A B C D E più basso della superficie del piano F G, e sia tale seguitamente, ed in modo, che da A in E sempre più s' avvicini alla linea H G: dico, che un grave posto in A senza veruna direzione, discenderà per A B C D E, purchè l' inclinazione della linea A B C D E sia sufficiente, acciò il grave possa discendere per essa. Posciachè essendo per lo supposto l' incli-

cli-

clinazione di A B C D E tale, che il grave in essa non possa sostenersi, ma non ostanti le resistenze debba discendere; certo è, che il mobile A discenderà da A in B per A B, essendo la linea A B (che si può prendere sensibilmente per una retta) inclinata all'orizzontale H G: per la stessa ragione essendo B C inclinata all'orizzontale, potrà il mobile A, giunto che sia in B, discendere per B C ec., e così del restante: adunque il mobile A discenderà per A B C D E; il che ec.

In questo caso la celerità acquistata dal mobile per le discese A B, B C ec., e la disposizione delle sponde, che formano la concavità del sito A B C ec., ponno fare diversi effetti, perchè può essere tanta la velocità acquistata nella discesa da A in B, che possa far ribalzare il mobile più alto di quello sia la sponda in B, la situazione della quale può o permettere, o impedire il risalto di A sopra B, secondo che la linea di essa sponda fa l'angolo o retto, o ottuso colla direzione A B; posciachè se l'angolo sarà retto, la sponda impedirà il ribalzo; ma se sarà ottuso, il mobile per la velocità acquistata riascenderà per la sponda opposta in B, ed avendo egli tanto impeto da poter sormontare la sommità di essa, non continuerà per B C, ma prenderà altra strada. Ma supponendosi nella Proposizione, che l'inclinazione di A B C D E sia tale, che basti per far superare al mobile le resistenze, e non tale da accelerare il mobile considerabilmente; perciò o mancando la forza dell' impeto in B, o mutata la di lui direzione dall'ostacolo in B, sarà il mobile in B, o senza alcuna direzione, e perciò prenderà quella, che gl'insegnerà il difetto delle resistenze, cioè verso B C, o se pure si troverà con qualche direzione, sarà questa rivoltata dalla resistenza della sponda in B lungo l'andamento della concavità B C; e perciò descriverà il mobile la linea A B C ec.

## COROLLARIO I.

Lo stesso, e più esattamente si dee intendere dell'acqua, la quale, mercè della sua fluidità, è più facile a muoversi, ed a rivoltarsi in qualsisia direzione, ed a cagione della sua gravità è prontissima a scegliere quelle strade, per le quali può scorrere più brevemente verso il

centro de' gravi; e perciò *essendo in A dell' acqua senza altra direzione, che quella, che le suggerisce lo sforzo della gravità, necessariamente dovrà discendere anch' essa per la concavità seguita A B C D E.* Vero è, che *essendosi in B accelerata di moto* ( il che le è più facile, che se fosse un corpo solido ) *se troverà, discesa che sia per A B, la sponda opposta inclinata alla verticale D B, secondo la misura dell' angolo D B M, potrà scorrere qualche poco all' insù sopra di B M; ma se l' acceleramento non sarà tale da far ribalzare l' acqua sino alla sommità della sponda M, sarà necessario, ch' ella torni a discendere, per esempio, per M B C, e perciò ritornata in B, seguiti il corso della concavità B C ec.*

Tav. 5. Fig. 29.

## COROLLARIO II.

Tav. 4. Fig. 28.

*Se tale sarà la velocità per A B, che*, paragonata all' inclinazione di A B, ed alla resistenza della materia, *possa escavare, formerassi l' alveo al corso dell' acqua per la tortuosità predetta, e la concavità si farà maggiore.* Vero è, che *se le sponde saranno composte di materia, che possa essere corrosa, non si stabilirà l' alveo precisamente secondo il tipo della concavità A B C D E, ma solo a un dipresso*, potendosi, per la troppa strettezza delle tortuosità, formare delle corrosioni ne' concavi, e delle alluvioni ne' convessi di esse, come si dirà a suo luogo.

## COROLLARIO III.

E questa è la ragione, per la quale *le rotte de' fiumi*, sul principio, *ed in tempo, che le acque hanno dell' impeto, seguitano per qualche spazio la direzione di esso; ma estinto ch' egli sia, cominciano a correre ne' luoghi più bassi, e trovando qualche concavità seguita, prendono il corso per essa*, facendo alluvioni ne' luoghi, ne' quali l' acqua torbida perde il moto, ed escavando in quelli, ne' quali conserva, o acquista tanta velocità, che basti a portar via la terra.

Co-

## COROLLARIO IV.

E ſiccome laſciando correre una rotta di fiume, comincia eſſa ſubito ( parte coll'eſcavazioni, parte colle alluvioni, ſecondo la diſpoſizione diverſa del piano, per lo quale ſcorre ) ad operare, per formarſi l'alveo; così *ſe un fiume, uſcendo dalle montagne, entrerà in una pianura, per la quale ſia obbligato a prender corſo*, per portarſi al mare, ed in eſſa, *vicino allo sbocco, ſi trovi qualche cavità continuata, che poſſa*, almeno in parte, *ſervirgli d'alveo, ſeguiterà eſſo per quella il ſuo corſo: ma ſe la medeſima concavità non ſarà continuata, dopo riempitala di acqua, traſfonderà quella, che ſopravverrà, per la campagna*, allagando all'intorno, fino a trovarne un'altra; e così ſeguitamente, *ſintantochè ne trovi una, che abbia eſito*; o non trovandone di ſorte alcuna, o non a miſura del biſogno, copriraſſi d'acqua tutta la pianura, al termine della quale o troveraſſi qualche inſigne declività ( e per eſſa ſcorrendo l'acqua, formeraſſi l'alveo per eſcavazione nella maniera detta nella prima Propoſizione ), o pure incamminandoſi l'acque verſo quella parte, dove troveranno lo sfogo, o abbandoneranno negli altri luoghi la campagna allagata; e ( proporzionato che ſia l'alveo in qualche maniera all'acqua corrente ) reſterà quella affatto aſciutta. In queſto caſo la rettitudine, o tortuoſità dell'alveo ſi dee a'ſuppoſti della prima, ſeconda, e ſeſta Propoſizione, cioè alla diverſa caduta della campagna verſo la parte dello sfogo; all'impeto precedentemente concepito con qualche determinata direzione, ed alle concavità continuate della campagna: condizioni, che ponno avervi parte, ora unite, ora ſeparate; di maniera che non ſe ne può dare regola veruna. Che ſe al termine della campagna ſi trovaſſe l'acqua del mare, o d'un lago, ſarebbe neceſſario, che ivi ſi formaſſe una palude, o laguna; e finalmente ſe la campagna foſſe tutta chiuſa all'intorno, di maniera che l'acqua, per uſcirne, doveſſe elevarſi conſiderabilmente di ſuperficie, dovrebbe in tal caſo formarſi un lago, il quale aveſſe l'emiſſario in un ſito il più baſſo di tutti quelli, che circondano detta pianura, e quindi uſcirebbe l'acqua del fiume, ſe pure per meati ſotterranei non trovaſſe luo-

go all' uscita, prima di elevarsi all' altezza necessaria, o pure se non cessasse l' influsso di quella copia d' acqua, che si richiede a riempire tutta la concavità.

## PROPOSIZIONE VII.

*Se un fiume, o retto, o tortuoso, che corra con insigne velocità, incontrerà un resistente, perderà l' acqua qualche grado della velocità primiera, ed elevandosi, si formerà un conato, atto a spingere il corso del fiume dalla parte opposta del resistente.*

Nella antidetta Proposizione abbiamo supposto, che l' acqua corrente non abbia alcuna direzione, nè impeto veruno differente da quello, che è proprio della gravità; ma in questa noi supponiamo, che l' acqua corrente abbia acquistato qualche impeto, e direzione, che possa spingerla per qualche linea diversa da quella, che prenderebbe l' acqua senza di essa, ed in ciò si comprendono due casi, che giornalmente s' osservano ne' fiumi; poichè alcuni di questi sono così languidi di moto, che senza dare quasi niuno tormento alle ripe, seguitano quella strada, che loro è mostrata dall' escavazione dell' alveo, come sono le acque, che corrono con poca caduta, e poca altezza di corpo, che è il caso della Proposizione antecedente; ed altri corrono con tant' impeto, che incontrando un resistente, fanno molto sforzo per superarlo, ed abbatterlo, come sono i fiumi, che hanno o gran caduta, o grande altezza viva di acqua: e questo è il caso della Proposizione presente.

Tav. 5. Fig. 30. Sia dunque l' alveo A B C D quello di un fiume di tal natura, che corra da A verso B con impeto, e direzione paralella alle sponde A B, C D, * ed arrivato in B, incontri il resistente B E: dico, che l' acqua in B E si eleverà, e spingerà il corso del fiume verso O, ovvero M, ec.

* AN-NOT. IV.

Poichè essendo il resistente B E capace di ricevere in se, e comunicare a' corpi vicini qualche parte dell' impeto dell' acqua corrente da A in B, egli è certo, che incontrandosi il fiume colle direzioni A B, G H, I E nel resistente B E, quanto d' impeto comunicherà a questo, tanto ne perderà esso; rallentata perciò la velocità dell' acqua,

con-

converrà, che paſſi con minore velocità, e ſopravvenendone dell'altra, che ſi elevi. Suppongaſi adunque, che l'altezza del reſiſtente B E ſia B F, e che l'altezza dell'acqua non impedita foſſe per eſſere B P, e dell'impedita B F: e perchè l'altezza F B produce in B maggiore velocità, accreſcendoſi F B, ſi riparerà la velocità perduta in B; ma eſſendo la velocità, nata dall' altezza dell' acqua, figlia di un conato, che può produrre le direzioni verſo tutte le parti, e le produce verſo quella, nella quale ſono minori le reſiſtenze; perciò l'altezza B F rivolterà il fiume verſo quella parte, alla quale mancheranno le reſiſtenze, cioè lo ſcoſterà dal reſiſtente B E v. gr. verſo O, M. Ma quì reſtano da conſiderarſi due coſe; la prima ſi è, che ſi ſuppone, per virtù del reſiſtente B E, levata una parte dell' impeto, ma non tutto; perciò l'acqua portata per la direzione A B ſarà ribattuta per la B O, la cui direzione ſia tale, che faccia l'angolo di rifleſſione proſſimamente eguale a quello dell'incidenza: e ſimilmente l'acqua portata per G H ſarà rivoltata in H M, ec. Il ſecondo punto, al quale ſi dee riflettere, è, che quando le direzioni A B, G H, I E ec. non s'impediſcono l'una l'altra, veramente ſono paralelle; ma quando la direzione, v. gr. A B, è rivoltata in B O, allora B O viene impedita dalle altre direzioni G H, I E, ec. Quindi è, che l'acqua B ribattuta per B O, arrivata che ſia in R, troverà un' altra forza, e direzione G R, dalla quale ſarà ſpinta, e perciò dovrà abbandonare la linea R O, e volgerſi per un'altra, che ſia diametro di un paralellogrammo, i cui lati abbiano la proporzione delle forze, o degl' impeti G R, B R, come ſi è ſpiegato alla Propoſizione ſeconda. Supponiamo dunque, che la proporzione delle forze B R, G R ſia quella di R S ad R H; adunque l'acqua, ch'è nel punto R, ſi volterà per la linea R T; e di nuovo arrivata in T, perchè ivi ſi combinerà con la direzione S T, non potrà ſeguitare la R T, o la S T, ma dovrà portarſi per un'altra, che ſtia di mezzo fra le medeſime; e perciò conſiderando le combinazioni, che ſi fanno d' una linea rifleſſa con tutte le direzioni paralelle G R, I E ec., non potrà farſi la rifleſſione da B in O; ma per la ſtrada v. gr. B R T ec. di nuovo ſi porterà verſo il reſiſtente B E. Se però ſi metteran-

teranno a conto tutte le rifleſſioni fatte da' punti tra B, ed E colle loro direzioni, e potenze, e ſi combineranno con le paralelle tra A B, I E, e le loro potenze, ſi formerà dal corſo dell' acqua una linea, la quale in B ſarà più lontana della linea B E, ma in E più vicina: e la ragione ſi è, che le direzioni A B, G R hanno minor impeto, per eſſere aſſai vicine alla ripa, e la I E molto maggiore, per eſſere più vicina al mezzo; ed al contrario le rifleſſioni in B, ed H ſi fanno più vigoroſamente, per eſſere meno impedite dalle combinazioni delle direzioni paralelle, che verſo E; e perciò maggiore ſarà la rifleſſione in B, che in E: tal linea può eſſere o retta, o curva, ſecondo la proporzione, colla quale ſi accreſcono le potenze, procedendo da B verſo E; ma per lo più ſarà curva, atteſa la rigoroſa uniformità, che ſi richiede nelle proporzioni, e ne' moti, acciò tal linea ſia retta. Saranno adunque dal reſiſtente B E rivoltate tutte le direzioni paralelle verſo la ſponda C D; e conſeguentemente interſecando eſſe tutte le altre paralelle, che non incontrano il reſiſtente B E, faranno loro cambiare direzione, e voltare contro la ripa D, la quale ſarà corroſa ( 1. ) per eſſere battuta dalle direzioni mutate, e reſe più vigoroſe dall' alzamento dell' acqua lungo B E, il cui conato, non potendo agire contro il reſiſtente, nè contro il corſo del fiume, darà maggior impeto all' acqua per la direzione B E, o per quella, che riſulterà al corſo del fiume dalle cauſe ſopraddette; ( 2. ) perchè riſtringendoſi tutto il corſo dell' acqua in D E, dovrà queſta elevarſi, e per conſeguenza, reſa più veloce, ſi profonderà, e ſi allargherà l' alveo dalla parte di D, nella quale ſi ſuppone minore la reſiſtenza.

## COROLLARIO I.

E perchè, ſecondo la combinazione delle forze, che ſi trovano nelle direzioni paralelle, e nelle rifleſſe, il corſo dell' acqua più, o meno ſi ſcoſta dal reſiſtente B E, perciò ſe le ſeconde avranno alle prime una proporzione inſenſibile, ſi prenderà dall' acqua un corſo paralello, o radente il reſiſtente B E; e perciò *quando le acque corrono con poca velocità, accomodano il loro corſo alle linee degl' impedimenti, e delle ſponde.*

Co-

### COROLLARIO II.

Ed al contrario *quanto più la detta proporzione si accosterà alla proporzione di egualità, tanto più si allontanerà il corso dell' acqua dal resistente.*

### COROLLARIO III.

Similmente perchè la corrosione della ripa opposta al resistente si fa in parte dalle direzioni mutate dell'acqua, che vanno a batterla; perciò *quanto più l' angolo di esse con la ripa s' accosterà all' angolo retto, tanto più danno ella ne riceverà*; e perciò ha molto luogo, per fare quest' effetto, l' inclinazione dell' angolo, che fa il resistente colle direzioni paralelle del fiume.

### COROLLARIO IV.

Per la stessa ragione essendo causa della corrosione della ripa C D l' angustia della sezione, o il ristringimento dell' alveo in D E, ed essendo fatto tale ristringimento dal portarsi B E dentro il corso del fiume; perciò *quanto maggiormente si allungherà il resistente verso il filone dell' acqua, tanto più la ripa opposta sarà corrosa, e renderassi tortuoso l' alveo.*

### COROLLARIO V.

Sebbene *quanto meno è veloce il corso dell' acqua* per le linee, e direzioni paralelle, tanto più s' accosta la di lui direzione mutata a quella del resistente, e perciò si dirige a battere con angolo maggiore la ripa opposta; ad ogni modo perchè tale direzione si fa senza molt' impeto, *non può rivoltare con molta efficacia verso la sponda C D le direzioni dell' acqua non impedite dal resistente, che non vale per questa cagione a fare molto effetto, il quale*, in tal caso, quasi tutto si dee attendere dal ristringimento della sezione; e conseguentemente, per la regola degli opposti, *quanto più veloce sarà il fiume, e quanto più il resistente ribatterà il corso dell' acqua*, cioè quanto meno d' impeto assumerà in se medesimo, *tanto maggiore succederà la corrosione della*

*ripa*

*ripa opposta*; e perciò *ne' lavorieri, che si fanno per rivoltare il corso de' fiumi, si dee considerare, fra le altre cose, la robustezza de' medesimi; la direzione, che hanno, paragonata al corso del fiume; la velocità di questo, e la lunghezza del riparo, per potere in qualche maniera presagire la qualità dell' effetto, ch' è per succedere.*

* ANNOT. V. * Intorno alla direzione del resistente B E, sarebbe molto da discorrere, e richiederebbesi un intero trattato, tante possono essere le di lei diversità. Parlando però generalmente, si possono considerare sei differenze, tre delle quali risguardano l' angolo, che il medesimo resistente fa orizzontalmente colla corrente del fiume; e le altre tre risguardano l' angolo fatto colla medesima corrente, ma verticalmente. Quanto agli angoli orizzontali, questi o ponno esser retti, come quello, che fa F D colle direzioni paralelle C D, G F, o acuto, come C D H, o ottuso, come C D I. Quanto a quest' ultimo, di già si è veduto ciò, ch' egli sia per operare; onde resta da considerare brevemente quale sia per essere l' effetto degli altri due F D, D H; e quanto ad F D =

*Tav. 5. Fig. 31.*

## COROLLARIO VI.

Si deduce da quest' ultima Proposizione, che le riflessioni si faranno all' opposto delle direzioni C D, G F, e che *essendo il fiume veloce, e stabile il resistente D F, converrà, che le riflessioni opposte alle direzioni finalmente si equilibrino, e l' acqua si renda stagnante dentro l' angolo C D F*, quanto cioè, per esempio, prenderà il triangolo K D F; dico *il triangolo K D F*, perchè maggiori saranno le riflessioni vicino la ripa C D, che lontano da essa; e ciò per più ragioni: prima, perchè il resistente D F è più robusto ordinariamente vicino alla ripa, che lontano da essa, e perciò toglie meno d' impeto all' acqua, e la ribatte con più vigore: secondo, perchè l' acqua C D è meno veloce, come impedita dallo sfregamento colla sponda; e perciò meno resiste alle riflessioni; onde è, che maggior proporzione può avere la forza ribattuta alla diretta verso D, che verso F: terzo, perchè elevandosi l' acqua per la resistenza D F, e facendo un conato inclinato alle direzioni paralelle a G F, potranno le direzioni composte, prese vicino al

*Tav. 5. Fig. 32.*

resi-

resistente, incontrare nuovamente l'opposizione del medesimo, e prendere con ciò nuova occasione di ristagnare: cosa, che non potrà succedere, facendosi più lontano dal resistente D F la composizione delle direzioni; perchè supposto che tal direzione composta sia quella, che con la sponda faccia l'angolo F K D, sarà K F la prima, che non troverà opposizione, e perciò tutte l'altre tra K, e D essendo impedite, renderanno l'acqua, se non affatto stagnante, almeno ritardata; *e perciò ne seguirà l'effetto della deposizione della torbida dentro il triangolo K D F.*

## COROLLARIO VII.

Però *secondo la diversa forza del resistente D F, e secondo la diversa velocità della corrente, sarà l'angolo F K D ora più acuto, ora più ottuso, e la linea K F ora retta, ora concava;* perchè egli è certo, che *se il resistente F D,* o cedendo, o in altra maniera, *permetterà il corso sino in L,* o se la forza della direzione C L sarà tanto grande, che commensurata alla resistenza, che fa D F, possa giungere sino in L, *sarà l'acqua resa stagnante solamente dentro il triangolo L D F minore del primo,* e conseguentemente *minore sarà la deposizione della torbida.* E finalmente *se D F permettesse il corso fino a se medesimo,* senza fare veruna riflessione, *il conato s'eserciterebbe per la medesima direzione D F;* ma questo caso è assai difficile da succedere.

## COROLLARIO VIII.

Quindi è chiaro, che *i ripari, che secondano il corso del fiume, sono meno atti a cagionare delle alluvioni avanti di se, di quello siano gli opposti ad angolo retto al corso del medesimo;* e perciò restano in un quasi continuo tormento, che ricevono dalla corrente, che sempre coopera alla loro demolizione. Vero è, che tali ripari retti al corso del fiume richiedono tanto maggiore robustezza, quanto è maggiore la forza della percossa ricevuta ad angoli retti, che obbliqui, e perciò un vantaggio vien compensato con un disavvantaggio, *e ricercasi il giudizio*

*dell' architetto a saper scegliere, secondo le occasioni, quello, che sia per riuscire più profittevole.*

## COROLLARIO IX.

Di quì è manifesta la ragione del diverso modo, che si pratica in diversi luoghi, per riparare alle corrosioni de' fiumi, vedendosi, che altri adoprano resistenze robuste, per ostare alla corrente; altri si contentano di piccioli ripari, che facilmente cedono al corso; altri li dirigono in un modo, altri in un altro, potendo essere tutte le predette maniere utili, secondo la diversità de' casi; poichè chi usa di fare i ripari con frasche d' alberi flessibili, che ponno radicarsi nel fondo, ha ragione di praticar questo modo o in fiumi di poco veloce corso, e torbidi, a' quali ogni picciolo resistente basta per far deporre la torbida, o in fiumi di corso molto veloce, che non tollerano grandi ostacoli, ne' quali la flessibilità del resistente serve a non dar pena al fondamento del riparo, e a poco a poco può fare quello, che non farebbe un ostacolo più rigido, contro il quale operando gagliardamente la corrente, facilmente lo svellerebbe: ed in questo caso quello, che si leva alla brevità del tempo, s' aggiunge alla sicurezza dell' opera; ma si richiede maggiore, e più lunga l' attenzione al mantenimento, e protrazione del riparo. Chi ha buoni fondi, e buone sponde, per assodare i ripari, e chi sa fabbricarli di tale struttura, che una parte concorra alla robustezza dell' altra, può intraprendere di farli grandi, e molto resistenti; ma veda di non ingannarsi in proporzionarli alla corrente del fiume. Opera più sicuramente, ma con minore effetto chi seconda co' ripari in qualche modo il corso dell' acqua; ma v' è bisogno di una continua vigilanza per conservarli: ed al contrario con più effetto, ma con minore sicurezza chi li spinge ortogonali alla corrente; poichè quando questi si sono fortificati colle alluvioni da una parte, e dall' altra, non è soggetta al tormento dell' acqua altra parte di esso, che la più lontana alla ripa.

In questo caso si dee però avvertire, che essendo più veloce l' acqua per G F, che per C D, ed essendo trattenuta, e ristagnata, può darsi il caso, come molte volte si dà, che l' acqua più si elevi in F,

che

che in D, e che perciò dividendo il suo corso, una parte si porti verso la punta del riparo F, ed un'altra verso D. Succedendo ciò, si farà un vortice dentro il triangolo F D K, che impedirà la deposizione della torbida, anzi potrà corrodere la ripa L D; ma sarà facile il rimediarvi, se il riparo D F non si spingerà tutto in una volta contro la corrente, ma a poco a poco, e se si lascieranno fare le alluvioni, prima di prolungarlo più avanti, lasciando sempre tanto di esito al fiume nella parte B F, che non possa fare forza considerabile contro il riparo, nè cagionare vortice di momento in K D F, ed avvertendo d'incastrare il riparo nella ripa tanto, che corrodendosi essa qualche poco, non possa il fiume trovare sfogo dalla parte di essa, e prendere in mezzo il lavoro.

### Corollario X.

Ma se *i ripari saranno opposti ad angolo acuto alla corrente*, come F D, egli è certo, che battendo l'acqua in F D per la direzione G F, sarà essa ribattuta in F K, e la H I in I L, e che arrivando alla ripa, di nuovo sarà riflessa in K M, L N, le quali direzioni, e riflessioni combinate con altre, *faranno* passare le direzioni rette dell'acqua in *un vortice, che impedirà le deposizioni, e corroderà la ripa C D.* Il corso però del fiume non potrà farsi che secondo la direzione E F per la ragione detta di sopra, supposta la resistenza della ripa E D. Vero è, che *tali vortici non potranno estendersi alla punta dell'angolo D; ma essendo le loro linee circolari, o spirali, solo si faranno in quel tratto del triangolo E F D, che sarà comune al circolo, o spirale predetta*, che necessariamente dovrà toccare il riparo F D, e la ripa E D in due punti, che saranno i luoghi, ne' quali e l'uno, e l'altro patiranno maggiori danni: quindi è, *che se questi luoghi saranno maggiormente fortificati, tanto che resistano, almeno sin che la ripa opposta sia corrosa, allora abbandonando l'acqua il corso verso l'ostacolo F D, si scemerà, o si toglierà la forza del vortice, e succederà l'alluvione dentro il triangolo E F D.* In questo particolare si dee ancora avvertire, che *se l'angolo F D E sarà molto acuto, più dalla di lui punta D si scosterà il vortice; ma per lo contrario dovrà molto pro-* Tav. 6. Fig. 33.

*lungarsi il riparo*, acciocchè faccia effetto sensibile nella corrosione della ripa opposta. Io però non farei mai autore di anteporre, in parità di circostanze, questi ultimi ripari agli ortogonali; perchè, quando anche egualmente operassero, quanto a se, e gli uni, e gli altri, i retti però in eguale lunghezza rispingono sempre più la corrente verso la ripa opposta, e danno occasione di operare alla seconda cagione predetta, che è l'angustia della sezione.

## COROLLARIO XI.

Rispetto all'angolo fatto da' ripari sul piano verticale colla corrente de' fiumi, *non è da dubitare, che la direzione del riparo a lungo della corrente non sia la migliore*. Per più chiara spiegazione di ciò
Tav. 6. Fig. 34. s'avverta, che può darsi, che il riparo riceva la corrente A B ad angoli retti, come B D, o ad angolo acuto, come B C, o ad angolo ottuso, come B E. Intendasi prima *il resistente C B ad angolo acuto con la corrente*: in questo caso egli è evidente, che la direzione del resistente *ribatterà la corrente dell'acqua verso il fondo*, come per G I quella, che viene per la direzione H G ec., la quale spinta dalla corrente A I, e dalle altre tra H G, A I, paralelle insieme, e combinata con esse, opererà per la direzione obbliqua F B, *e perciò roderà il fondo in B*; e se il riparo non sarà piantato ben profondamente, potrà scalzarlo, e portarlo via. *Lo stesso succederà, benchè meno, all'acqua ribattuta dal resistente B D, la quale* sebbene sarà riflessa con direzione opposta ad H X; nulladimeno, per virtù della medesima direzione, sarà divisa parte verso D, parte verso B; e perciò in B succederà l'escavazione del terreno, che *potrà togliere il fondamento al resistente B D, e conseguentemente svellerlo*. Ma *il riparo B E* perchè ribatte la forza dell'acqua all'insù, *non potrà essere scalzato nel fondamento*, e per conseguenza *se avrà forza bastante da non rompersi per lo corso dell'acqua, sussisterà, anzi rincalzandosi* a causa delle alluvioni, che si faranno al di lui piede, *si renderà sempre più forte, e più resistente*.

Co-

## COROLLARIO XII.

*Non solo il resistente B E rivolterà la corrente verso la ripa opposta D; ma* essendo cagione, che s' impedisca il moto dell' acqua nel triangolo X B E, necessariamente *dovrà farsi in detto triangolo dell' alluvione*; e perciò *sarà il resistente rincalzato al di dietro di terra*: ciò però s' intende *ogni volta che il resistente abbia tanta altezza, quanto basta per non essere sormontato dal fiume*, e che l' acqua vi si porti di rigurgito, girando attorno ad E, ed equilibrandosi con quella, che corre al di sotto del resistente; altrimenti *se l' acqua potrà sormontarlo, e se vi sia considerabile differenza tra 'l livello della di lei superficie di sopra, e di sotto del resistente*, come se detta differenza fosse F P, *dovendo l' acqua cadere da F in P, scaverebbe il fondo del fiume verso B*, ed ivi impedirebbe l' alluvione, la quale però potrebbe manifestarsi poco più lontano. *Quando* però *l' acqua di sopra, e di sotto* da B E *fosse quasi nel medesimo livello*, o almeno nella medesima linea, che il restante della superficie del fiume, *ciò non dovrebbe succedere, ma solo la deposizione della materia terrea*. Questo effetto non solo è proprio de' resistenti inclinati alla corrente, ma anche degli altri o retti, o contrapposti alla medesima, e perciò *bisogna avvertire quale sia la natura de' fiumi, dentro de' quali si fabbricano i ripari*; poichè se essi avranno le piene subitanee, o la velocità grande, o il pendìo del fondo considerabile, considerabile anche sarà la predetta differenza de' livelli, della quale non dovrà tenersi conto ne' fiumi di poco corso, di fondo piano, e che durino molto tempo in portare la piena al suo maggior colmo.

Tav. 5. Fig. 30.

Prima di levar mano dalla considerazione degli effetti de' ripari ( che io mi protesto di non aver toccati che leggermente, e per digressione, non essendo questo il mio principal fine in questo trattato ) io non voglio lasciar di motivare alcuni punti necessarj in questa materia; il primo di essi è, che *quanto più alto è un riparo, tanto riesce egli più debole*, non solo per le maggiori spinte, che riceve dall' acqua, quanto per ragione della leva, l' ipomochio della quale si dee intendere nel punto

to, nel quale quello sorge dal terreno: ( 2. ) *che desumendosi la direzione de' fiumi dalla direzione del filone, e questa seguitando regolarmente la maggiore profondità dell'alveo, che può essere cagionata dall' azione de' ripari anche bassi, perciò il più delle volte poco, o nulla serve il fabbricarli molto alti*: ( 3. ) *che si dee aver riflesso alle cause produttrici delle corrosioni*; perchè la rimozione di esse alle volte serve molto più che tutti i ripari del Mondo, e frequentemente succede, che la spontanea cessazione delle medesime, perchè non avvertita, dà un gran credito, benchè non meritato, ad un'opera mal intesa, e peggio eseguita; quindi è, che chiunque rinverrà le vere cagioni degli effetti perniciosi, che accadono ne' fiumi, potrà molte volte con poco di spesa, e fatica ottenere l'intento desiderato: e serva per regola universale, che *sempre più sicuro sarà il rimediare alle cause, che l'ostare all'effetto*: ( 4. ) *che si dee scegliere tal luogo al riparo, che possa superare, non essere superato dal corso dell'acqua; che possa fare l'effetto desiderato, e dargli quella direzione, che più richiederanno le circostanze*: ( 5. ) *che qualunque riparo, obbligato a soggiacere all'impeto dell'acqua, richiede una continua vigilanza, e precauzione tanto in conservarlo, quanto in ripararlo dove porta il bisogno*; altrimenti essendo l'azione dell'acqua continua ( atta perciò a vincere colla lunghezza del tempo qualsisia ostacolo ) facilmente verrà il caso, che il riparo sia danneggiato, ed allora bisogna rimetterlo, quando per altro se ne trovi buon effetto; altrimenti può darsi, che demolito il riparo, e indebolito perciò il fondo del fiume, il danno da esso ricevuto resti maggiore di prima.

## PROPOSIZIONE VIII.

* ANNOT. VI. * *Ne' medesimi supposti della Proposizione antecedente, se il resistente sarà composto di parti ammovibili, e di tanta altezza, che possa sostenere l'effetto, che si dirà, sarà esso corroso inegualmente, e formerà una concavità, le cui direzioni spingeranno il corso dell'acqua alla parte opposta.*

Intendasi nuovamente il fiume A B C D, di cui tutte le direzio-
Tav. 7. Fig. 35. ni siano paralelle ad A B, o C D, e che correndo da C in D, incontri

tri il resistente D E composto di parti ammovibili, come sarebbe una sponda di terreno tanto alta, che non possa essere sormontata dall' acqua: dico, che detta sponda non potrà sussistere nella situazione D E; ma corrodendosi, si ridurrà in forma di una linea curva, v. gr. D F G, dalle direzioni della quale sarà rivoltata la corrente verso la sponda A B.

Posciachè essendo il moto per le direzioni paralelle impedito maggiormente, quanto più le linee di esse sono vicine alla sponda, sarà l'impeto per C D minore, che per H E; ed essendo D E in linea retta, saranno tutti gli angoli fatti dalle linee di direzione con essa eguali; e perciò maggiore sarà lo sforzo dell' acqua per la direzione H E, che per la C D: ed in oltre essendo la sponda D E verso il suo ultimo termine (come non fortificata dall' unione, e rincalzamento delle parti vicine) meno resistente in E, che in D, maggiore per l' uno, e per l' altro capo sarà l' effetto in egual tempo in E, che in D, e perciò in E si farà maggior corrosione, che in D; e perchè simili effetti sempre più si diminuiscono, quanto più obbliquo è l' angolo dell' incidenza, accrescendosi sempre più l' obbliquità all' accrescersi della corrosione, e diminuendosi l' impeto per la direzione K I, * finalmente si arriverà ad un angolo K I D così acuto, che la resistenza, nata dall' adesione delle parti del terreno, sarà bastante a pareggiare la forza dell' acqua; e perciò la ripa si stabilirà in D I inclinata alla corrente K I. Quindi è, che equivalendo essa ad un resistente composto di parti non ammovibili, comincierà a ribattere la corrente verso la ripa opposta A B (*per la Proposizione antecedente*), e conseguentemente farà voltare qualche poco la direzione L M verso la medesima sponda A B: * ma perchè voltata questa direzione, come in L O P, farà colla sponda un angolo minore di L M D; perciò essendo questa battuta ad angolo più obbliquo, resterà con maggiore possanza per resistere all' impeto della direzione L M, sebbene esso sia qualche poco maggiore di quello della direzione K I; e perciò l' angolo L M D sarà qualche poco maggiore dell' angolo K I D; * al quale in fine (cioè quando la sponda sia stabilita in P) sarà eguale l' angolo O P N. Nella stessa maniera si dimostrerà, che l' angolo N F M dovrà

* ANN. VII.

* ANN. VIII.

* ANN. NOT. IX.

dovrà essere maggiore dell' angolo L M I ec.; ma ciò essendo, non potrà la linea D F G essere retta, perchè la linea retta fa angoli eguali con tutte le direzioni paralelle: adunque sarà una curva, le cui tangenti facciano sempre angolo maggiore colle direzioni più lontane alla sponda C D, cioè una curva concava, la cui specie dipende dalla diversa proporzione, che ha l'impeto dell'acqua alla resistenza del terreno, del quale è composta la sponda; poichè se maggiore sarà la resistenza in I, con maggior forza ancora sarà riflessa l'acqua da I, che unita colla direzione susseguente farà sì, che resti battuta più obbliquamente la sponda, e per conseguenza meno sia ella corrosa; onde resti l'angolo L M I tanto maggiore. Secondo la proporzione adunque, colla quale cresceranno gli angoli fatti dalle direzioni paralelle colle tangenti della curva D F G, sarà ella o di una spezie, o di un'altra. Resta da provarsi, che detta curvità D F G spingerà l'acqua alla ripa opposta; ma ciò è evidente, perchè correndo anche l'acqua sul tipo di una linea curva, che le fa sponda, viene a mutare ad ogni punto direzione, che è quella delle tangenti di essa, ed essendo tutte queste inclinate alla sponda C D, prolungate che siano, anderanno a tagliare la ripa A B, e per conseguenza verrà ad essere indirizzata l'acqua verso di essa; il che ec.

## COROLLARIO I.

Da questa Proposizione apparisce, che *le corrosioni de' fiumi, arrivate che siano a formarsi la curvità, che richiede la combinazione delle cause, e delle circostanze, non crescono di più; ma sono lasciate dal corso dell' acqua le ripe intatte egualmente, come se fossero paralelle fra di loro, ed alle direzioni del fiume;* e su questa ragione s'appoggia la forma praticata dagli Architetti Ferraresi nel ripararsi dalle corrosioni del Po grande, che è di ritirarsi addietro colle arginature, e solamente di difendersi dagli effetti delle corrosioni, cioè dalle inondazioni con nuovi argini; ma non mai di ostare alle cause, che producono la corrosione.

Co-

## COROLLARIO II.

Perchè la forza delle direzioni unita a quella delle rifleſſioni fa accreſcere l'impeto; perciò *è evidente la cauſa, per la quale il filone ſi tiene più vicino alla ripa nelle corroſioni, che ne' ſiti retti del fiume;* perchè cioè l'acqua, reſa più veloce, meno patiſce dalla vicinanza della ripa. E ſimilmente ſi manifeſta la cagione, per la quale il filone nel principio della corroſione meno s'accoſta alla ripa corroſa, di quello faccia più abbaſſo; poſciachè non ſolo unite le forze di più direzioni, e di più rifleſſioni in G, che in M, rendono l'acqua più veloce, ma anco perchè le direzioni più violente, come HG, ſpingono la corrente più vicino alla ripa in G, che in M.

## COROLLARIO III.

Perciò *nelle corroſioni non ſtabilite maggiore ſarà il tormento della ripa in quella parte di eſſa, alla quale più s'accoſta il filone* (queſto ſito ſia chiamato *vertice della corroſione*)*; ma nelle ſtabilite ſarà eguale per tutto;* e perciò *in quelle corroſioni, nelle quali il filone ſi porta ſempre più abbaſſo, ſuccedono delle alluvioni nelle parti ſuperiori, e delle corroſioni nelle inferiori*.

## COROLLARIO IV.

E perchè *i fiumi quanto ſono più larghi, tanto ſono più atti a portare il vertice della corroſione più lontano dal principio di eſſa;* perciò *ne' fiumi maggiori le corroſioni prendono maggior giro*, ed occupano più terreno, internandoſi nelle campagne, e conſeguentemente *i fiumi più grandi hanno meno frequenti le tortuoſità*.

## COROLLARIO V.

Ed eſſendo che nel *vertice della corroſione s'uniſce il maggior impeto del fiume*, operante per una direzione determinata, che è la tangente del vertice; ed incontrandoſi da lì in giù le direzioni paralelle ſempre più languide, e le rifleſſioni più vigoroſe; perciò *il filone dovrà*

*scostarsi dalla ripa corrosa sempre maggiormente;* e ciò serve *a far ribattere la corrente verso la parte opposta con angolo meno obbliquo.*

## COROLLARIO VI.

Dal che ne segue, che *facendosi dentro d'un fiume disteso in linea retta*, per qualche causa accidentale, *la corrosione* v. gr. *della ripa destra, dovrà seguirne una* eguale, o poco minore *nella sinistra; e questa ne cagionerà un'altra nella destra ec.* E perciò *i fiumi per ordinario si vedono correre dentro alvei composti di parti, o tronchi retti, inclinati l'uno all'altro, ed uniti negli angoli con linee curve*, che sono le formate dalle corrosioni.

## COROLLARIO VII.

E perchè, posta la medesima resistenza nelle ripe, le corrosioni succedono tanto maggiori, quanto più i fiumi sono veloci, e servendo al corso la rettitudine per renderlo più veloce; quindi è, che *succedono maggiori quelle corrosioni, che sono imboccate nella parte superiore da' tronchi retti del fiume medesimo, per i quali cioè il fiume abbia potuta prendere quella velocità di accelerazione, che gli è permessa dalle sue condizioni;* e quà cade la considerazione di tutte quelle cause, che possono rendere più veloce il corso d'un fiume.

## COROLLARIO VIII.

Similmente perchè, supposta la medesima velocità d'un fiume, tanto più opera ella in corrodere la ripa, quanto più questa se le oppone rettamente; perciò *maggiori succederanno le corrosioni, quanto meno ottusi saranno gli angoli formati dalle direzioni del medesimo fiume colla situazione della ripa dalla parte inferiore.*

## COROLLARIO IX.

Per una simile ragione *più facilmente cederà una ripa arenosa, che una cretosa;* e perciò, *secondo la diversità della resistenza delle ripe, maggiori, o minori si faranno le corrosioni.*

COROL-

## COROLLARIO X.

Essendo che *nelle corrosioni sempre per lo meno si ritarda notabilmente la velocità dell' accelerazione acquistata per lo pendìo dell' alveo*; perciò *se un fiume retto incontrerà la resistenza d' una ripa*, v. gr. se A B incontrerà B C *col fargli rivoltare il corso* in B C, *farà la corrosione* in B; *ma* potrà darsi il caso, che *ribattuta l' acqua* in C, *non potendo* per B C *rendersi nuovamente tanto veloce*, quanto per A B, *e per conseguenza percotendo* C *con forza minore* di quella, con che ha prima percossa la sponda B, *non faccia ivi tanta corrosione*, e per conseguenza *sia la corrente ribattuta* in D *ad angolo più obbliquo*, *e così successivamente*; dal che ne può avvenire, che dopo alcune battute, e ribattute trovando l' alveo F G retto, di nuovo s' indrizzi il corso dell' acqua per esso. *Tav. 7. Fig. 36.*

## COROLLARIO XI.

A questi ultimi Corollarj si dee avere riflesso ne' taglj, che si fanno per raddrizzare il corso a' fiumi; nelle quali operazioni si dee avvertire per regola ( 1. ) *d' imboccare*, *coll' incile del taglio*, *il filone del fiume*, altrimenti o egli non vi entrerà, o entrandovi di nuovo, si farà tortuoso: ( 2. ) *di mandare lo sbocco del medesimo taglio*, *quanto si può*, *a seconda del filone delle tortuosità susseguenti*, se non si vogliono far cambiare al fiume i siti delle corrosioni inferiori il più delle volte con grave danno: ( 3. ) *che quando non sia possibile ottenere quest' ultima condizione*, *si dee fare il taglio in due linee*, *che facciano fra loro un angolo*, *il più che sia possibile*, *ottuso*: ( 4. ) *che quando non riesca di ottenere una buona imboccatura del filone superiore nel taglio*, *è necessario di sforzarlo ad entrarvi con qualche lavoriero fatto nell' alluvione opposta alla corrosione*, o pure con traversare la corrente, almeno in parte, con buone palificate: ( 5. ) *che quando la caduta del taglio fosse assai grande in proporzione di quella*, *che avesse il fiume per le tortuosità*, *potrebbe questa supplire in qualche parte al difetto della buona imboccatura ec.*

## COROLLARIO XII.

*Alle cose predette si dee anco riflettere in destinare il luogo agli argini, che si fanno o ad uno de' taglj predetti, o ad un nuovo alveo di fiume*, perchè in ciò succedono errori infiniti, fabbricandosi alle volte argini in certi siti, che sono dovuti alle corrosioni, le quali necessariamente sono per accadere, se non sul principio, almeno quando tutta l'acqua del fiume si porterà a correre per gli alvei arginati; ed io potrei addurne quì molti esempj, se non stimassi meglio di star lontano dal condannare le operazioni degli altri.

## PROPOSIZIONE IX.

*Se in una palude, lago, laguna ec. entrerà un fiume torbido, ivi deponendo la materia terrea, la eleverà di fondo, e si formerà l'alveo dentro di essa in mezzo alle proprie alluvioni, prendendo quella strada, che gli sarà insegnata dalla direzione della foce, dalle resistenze, che troverà, e dall'esito, se vi sia, del lago, o della palude ec.*

Che un fiume d'acqua torbida, entrando v. gr. in una palude, perda il moto, è manifesto per esperienza, e per ragione; siccome è fuor di dubbio, che perdendosi l'agitazione nelle acque torbide, succedano delle alluvioni: resta solo da spiegare in qual maniera possa un fiume con esse formarsi l'alveo, e quali siano le cagioni, che concorrono a determinare il sito di esso.

Tav. 8. Fig. 37. Sia dunque il fiume A B C, che entri nella palude C D E F G, e sia in C lo sbocco del fiume, la cui ultima direzione si B C, e sia in E l'emissario di essa palude: dico, che per determinare il sito al fiume da C in E concorrono la direzione B C, il sito di E, e gl'impedimenti, che di quando in quando incontra il corso dell'acqua nella palude. Posciachè egli è certo, che dovendo l'acqua nel tronco dello sbocco B C avere qualche velocità, ed eguale, se non maggiore, altezza di superficie in B, che in C, dovrà il semplice conato dell'acqua della palude in C cedere alla velocità del moto attuale per B C: adun-

dunque *l'acqua non solo correrà dentro l'alveo* B C, *ma prolungherà per qualche spazio il suo corso dentro della palude v. gr. da C sino in H*, sempre però indebolendosi, fino a perdere ogni moto sensibile. Supponiamo, che ciò succeda in H; adunque l'acqua entrando torbida, sarà poi resa stagnante per tutta la palude, fuor che nel sito C H, e * perciò lateralmente a C H deporrà la torbida, e succederanno delle alluvioni, le quali colla loro altezza chiuderanno un sito lasciato basso da C in H, e per questo continueraffi il corso del fiume. *Risguardando* dunque *la sola direzione* B C, *dovrà tal principio d'alveo distenderfi in una linea retta C H, e continuarsi sempre la medesima*, elevandosi maggiormente le sponde laterali, fino a sopravanzare la superficie dell'acqua della palude, costringendo con ciò il fiume a continuare il suo corso per un alveo nuovo, *ed a prolungare lo sbocco dentro la palude sempre a dirittura*. * ANNOT. X.

Ma *se qualche cosa si opponesse al moto dell'acqua per la direzione* C H, come erbe, alberi ec. ( che sono assai famigliari alle paludi ) o soffj di venti, o correntie d'altre acque, benchè occulte, ed insensibili, come, per esempio, se dentro d'una palude piena di un canneto, o di erbe fosse aperta una strada senza impedimento, come C I, allora, perchè la direzione per B C, uscita l'acqua dallo sbocco C, sempre s'illanguidisce, *farebbe bene il fiume qualche sforzo, per ispingersi in* C H, e sul principio ne prenderebbe per qualche picciolo spazio la linea; *ma finalmente vinto dalle resistenze, sarebbe obbligato a prendere a un dipresso la strada meno impedita per* C I. Lo stesso succederebbe, *se nella direzione* C H *s'incontrasse qualche resistente, valevole a rivoltarla ad altra parte;* e per far ciò non si richiederebbe gran forza, purchè esso resistesse più delle parti vicine; perchè in tal caso *l'impeto in gran parte perduto facilmente indirizzerebbesi ad altra parte*. E da questo principio nascono i molti rivoli, o rigagnoli, ne' quali si dividono i fiumi, che mettono la foce nelle paludi di poco fondo.

E' considerabile in questo caso un'altra sorte di resistenza, che nasce dall'inegualità del fondo della palude, la quale sebbene sul principio nulla

nulla opera, nel progresso però cagiona un impedimento maggiore di ogni altro. Poichè supposto che il maggior fondo sia in C H K L E, egli è certo, che facendosi deposizioni eguali in que' siti, ne' quali l'acqua egualmente stagna, ed è egualmente torbida, necessariamente dovrà succedere, che ne' siti laterali a' fondi continuati C H K L E dovranno le alluvioni elevarsi più presto sopra la superficie della palude, che nel mezzo, e conseguentemente formeranno come un alveo, dentro il quale dovrà il fiume prendere il suo corso; e perciò *molte volte i fiumi, che hanno esito nelle paludi, e lagune, seguitano, nel formarsi che fanno l'alveo dentro le proprie alluvioni, la via delle maggiori profondità di esse paludi.* Per la stessa ragione operano tutte le cause, che fanno una strada o più aperta, e spedita, o più bassa d'un'altra, come sono, oltre le tagliate dell'erbe, qualche picciola escavazione, e la via tenuta da' navicelli nel passare da un luogo all'altro, perchè in tali siti l'acqua posta come in equilibrio seguita la via delle minori resistenze.

Finalmente *supposto che la palude ec. non possa avere altro sfogo che in E*, è manifesto, che *l'acqua portata dal fiume in essa, dovrà avere corso considerabile in E*, e che *non potendo il fiume avere sfogo in altra parte, finalmente* bisognerà (quando anche dovesse prima circuire tutta la palude), *che arrivi al luogo, dove comincia il corso dell'acqua, che esce per E, col quale combinandosi quello del fiume, s'incaminerà a quella parte medesima.* Egli è dunque dimostrato, che *le tortuosità, o sinuosità de' fiumi, i quali si formano l'alveo colle alluvioni, debbono la loro situazione parte alle direzioni dello sbocco del fiume inalveato, parte alle resistenze trovate dentro la palude, e parte al sito dell'emissario della medesima;* il che ec.

Non si dee però credere, come pure si è accennato di sopra, che tal fiume inalveandosi, seguiti con un ramo solo una sola direzione; anzi piuttosto, secondo la diversità delle cause, vicino allo sbocco si dovrà dividere in moltissimi rami, divisi anch'essi in altri minori, i quali a poco a poco saranno lasciati dal fiume, e serrati colle alluvioni a misura della forza, che prenderà per uno di essi il più facile, e meno impedito;

dito; dimodochè rare volte succede, che si mantengano più rami insigni, se il fiume non ha o notabile abbondanza d'acqua, o ne' rami diversi un certo equilibrio di condizioni, non così facile da succedere.

Ecco dunque da quante cause può provenire, che i fiumi si facciano tortuosi, e come avvenga, che tali si mantengano: succede ora da esaminarsi quali siano gli effetti di essi, e quali quelli de' fiumi retti; ma prima è d'avvertire, che *i fiumi, i quali corrono in ghiaja, difficilmente ponno mantenere la rettitudine*; perchè spingendo essi sregolatamente, e con moto lento le ghiaje, molte volte le ammassano, e le lasciano al cessare della piena nel mezzo del proprio corso; ond'è, che facendosi dossi, sforzano questi la corrente a voltarsi da quel lato, ove trovando qualche volta materia poco resistente in tempo di acqua bassa, può profondare un nuovo alveo, e fare come una chiamata alla piena sopravveniente. Di quì anche nascono la moltiplicità de' rami, che hanno i medesimi fiumi in ghiaja; le isole, che dalla divisione, e riunione di detti rami derivano; * ed inoltre la continua variazione del letto, e del filone, osservandosi ad ogni piena in ciò qualche notabile mutazione. Quindi è ancora la larghezza soprabbondante degli alvei ghiajosi, e la poca sicurezza, che si ha da' ripari fabbricati per difesa delle ripe, e conseguentemente il poco frutto, che si ricava da' mezzi, che si adoprano per mutarli di corso, ed obbligarli a correre quanto più si possa rettamente, potendosi dire, che *i fiumi in siti simili siano quasi indomabili*, o almeno richiedano una più che ordinaria vigilanza, ed assistenza, per essere mantenuti in dovere; e ciò è sempre tanto più vero, quanto le ghiaje, o sassi sono più copiosi, e più grandi di mole. Al contrario *i fiumi, che corrono in sabbia, sono molto più maneggiabili* per la quasi intera uniformità della materia, della quale viene composto l'alveo; *e perciò essendo diritti, facilmente si conservano, e le loro botte più agevolmente si difendono*, e mantenendosi il corso quasi sempre nel luogo medesimo, *non hanno bisogno di tanta larghezza di letto;* onde in molti casi è facile di mutare loro l'alveo o con cavi proporzionati, o con ripari ben intesi, o con accrescimento di caduta, o con maggiore facilità di sfogo, regolandosi in questi casi la maggiore, o minore facilità dalla

* ANNOT. XI.

dalla considerazione della velocità del corso dell'acqua, dalla direzione, ed impeto in essa impresso, dalla situazione della ripa, ec.

Passando ora agli effetti de' fiumi retti, e tortuosi, facilmente si ponno quelli dedurre da ciò, che abbiamo finora detto. E prima, * *i fiumi retti mantengono più scavato il loro letto, i tortuosi meno;* e la ragione si è, perchè essendo la linea retta, tirata dal principio al fine del fiume, la più corta, ed essendo la caduta proporzionata alla lunghezza del corso, ne segue, che conservando lo stesso alveo la medesima declività, debba essere più alto il fondo nel principio del fiume tortuoso, che del retto, quando nell'uno, e nell'altro si trovi la medesima distanza de' termini.

* ANNOT. XII.

Per esempio, supponiamo, che l'origine d'un fiume sia distante in linea retta dalla foce del medesimo cento miglia, e richieda un piede di caduta per miglio: certo è adunque, che tutta la caduta necessaria a questo fiume sarà di cento piedi, e tanto dovrà essere l'elevazione del principio di esso sopra il fondo della sua foce, qualunque volta abbia esso il corso per detta linea retta. Ma se il medesimo colle sue tortuosità s'allungasse la strada fino a centocinquanta miglia, altrettanti piedi vorrebbe egli di caduta (tralascio di considerare in questo luogo la differenza, che è tra un fiume retto, e un tortuoso, la quale fa, che il primo a cagione delle minori resistenze riesca più veloce, e meno declive del secondo), e perciò dovrebbe il principio del fiume essere più alto, che nel caso precedente; il che è vero anche di tutti i siti del fiume, paragonando la loro distanza dalla foce per la linea retta, e per la curva: quindi è, che desumendosi la profondità del fiume dalla distanza del di lui fondo dal piano della campagna, *se la caduta di questa sopra il fondo dello sbocco sarà maggiore di quella, che è dovuta al fondo del fiume, necessariamente correrà questo incassato nel terreno; e tanta sarà la profondità, quanta la differenza tra la caduta maggiore della campagna, e la minore del fondo del fiume.* E perchè la caduta de' fiumi tanto fassi maggiore, quanto è più lunga la linea del loro corso; però *può darsi il caso, che un fiume correndo rettamente al suo termine, abbia*

bia

*bia il suo fondo assai basso sotto il piano della campagna; ma facendosi tortuoso, e per conseguenza elevandosi, abbia bisogno di argini per essere trattenuto, che non inondi*. Il paragone della caduta della campagna con quella, ch'è necessaria al fiume, fa anche conoscere quale sia la causa, che alcuni fiumi camminino per fondi elevati sopra il piano del terreno còntiguo; che altri corrano affatto incassati dentro la campagna; e che altri si profondino di soverchio dentro le viscere di essa; La medesima comparazione può portarci anche alla cognizione de' rimedj opportuni per impedire la nociva elevazione del fondo de' fiumi, e le estreme loro profondità: *ne' fiumi però, che hanno il fondo orizzontale, la rettitudine, o tortuosità degli alvei non contribuisce cos' alcuna al maggiore, o minore profondamento*, ma la sola copia dell'acqua, che quanto è maggiore, mantiene più basso il fondo del proprio letto: la caduta sì della campagna opera qualche cosa paragonata alla cadente del pelo del fiume; perchè *se la caduta del terreno sarà maggiore di quella, che tira seco la declività della cadente del pelo d'acqua nelle massime piene, non vi sarà bisogno d'argini al fiume*; e perchè anche in questo caso la linea più lunga ricerca maggior caduta, *può essere, che la tortuosità induca una necessità di arginatura, che forse non si avrebbe, se il fiume camminasse retto*; * *la tortuosità* dunque in questo caso *potrà ben far elevare il pelo dell'acqua, ma non il fondo dell'alveo*. * ANN. XIII.

Le altre proprietà de' *fiumi retti* sono, che essi, come si è dimostrato, *conservano il loro maggior fondo nel mezzo dell'alveo*, restando le altre parti in ciascuna sezione omologamente disposte; e perciò non si scava il loro fondo più in un luogo, che nell'altro; non si fa alcun gorgo, o inegualità di letto, che accidentalmente; e stabilita che sia la loro larghezza, non alterano la situazione delle proprie *ripe*, le quali perciò *non fanno altra forza, che di sostenere l'altezza dell'acqua nella medesima maniera, che farebbero, se fosse stagnante, cioè in proporzione della propria altezza*. Ma al contrario *i fiumi tortuosi portano la maggior profondità degli alvei ora verso una ripa, ora verso l'altra, e la linea del filone dell'acqua è sempre più curva di quella del-*

*le ripe, accostandosi alle parti concave delle rotte, e scostandosi dalle convesse;* perlochè ne nasce da una parte la generazione delle spiagge, e delle alluvioni, o arenaj, e dall'altra, anche frequentemente, la corrosione delle ripe, che sogliono in detti siti avere al piede gorghi profondi. *Il carico, che portano le sponde battute dalla corrente del fiume, è molto maggiore, che ne' fiumi retti*, come non fatto dal solo conato, ma dall'impeto dell'acqua, del quale è tanto maggiore la forza, quanto l'energia della percossa supera lo sforzo della sola gravità. S'aggiugne, che *ne' fiumi retti le direzioni del corso procedono paralelle alle sponde*, e perciò non ponno cagionare que' vortici, che solo nascono dalla combinazione di diverse direzioni insieme, e che sono tanto frequenti ne' fiumi tortuosi con danno indicibile delle sponde.

*Procede anco dalla curvità degli alvei* un effetto assai considerabile, ed è *la direzione, che ha il fondo dell'acqua, diversa da quella del mezzo, e della superficie;* dal che ne nasce, che le piene maggiori alle volte mostrano di battere la ripa opposta in un luogo, le mezzane in un altro, e l'acqua bassa in un altro. Ciò deriva, perchè camminando il maggior fondo colla medesima curvità delle alluvioni, e delle spiagge, che sono nel fondo del fiume, la corrente del fondo segue la direzione di questo; ma quella, che essendo più alta, copre tutte le spiagge, quanto è in se, s'accomoda alla curvità delle sponde delle golene, che per lo più non sono paralelle alla maggiore profondità dell'alveo; e finalmente le piene più alte, coprendo il piano delle golene, prendono qualche direzione dalla situazione degli argini, i quali non mai secondano la curvità delle medesime; ma il più delle volte servono di corda al loro arco. Queste diverse direzioni però non si conservano così indipendenti l'una dall'altra, che non vengano di quando in quando alterate; e perciò combinandosi tutte e tre, il filone batte la ripa in un sito; cessandone una, cioè la superiore, l'incontro del filone con la ripa si fa in un altro luogo; e finalmente non essendovi che la direzione più bassa, di nuovo si muta sito. E perciò si dee avvertire nel destinare i luoghi a' ripari, che si formano per difesa delle corrosioni, di non avere unicamente riflesso al filone dell'acqua bassa; ma ben-

bensì di conſiderare anche lo ſtato mezzano, e ſommo delle piene del fiume.

L'altezza maggiore, che ha l'acqua corrente nella parte concava delle botte, è un effetto non diſprezzabile delle tortuoſità degli alvei; poichè, ſiccome in quel ſito gli argini ſi ricercano più vigoroſi, più larghi, e di miglior coſtruzione, così devono eſſere più alti, acciò l'acqua non trabocchi dalla ſommità di eſſi; e tanto devono eſſere più alti, quanto più ſono vicini al vertice della corroſione, perchè ivi è anche maggiore l'altezza dell'acqua; e perciò nella coſtruzione, o riparazione degli argini non occorre ſopra d'una linea uniformemente declive regolare il piano ſuperiore di eſſi; ma piuttoſto giova tenerlo ( col prendere norma dal pelo di una piena ) tanto più alto, quanto ſi può credere, che baſti a ſoſtenere una piena ſtraordinaria, quando ella veniſſe.

Sebbene pare, che gli effetti della tortuoſità de' fiumi ſiano tutti pernicioſi, nulladimeno (perchè anche nel male ſi trova ſempre miſchiata qualche coſa di bene ) oltre l'utile, che ricavano i poſſeſſori de' fondi contermini alle alluvioni, v'è alle volte qualche coſa di neceſſario all'economia univerſale de' fiumi; poſciachè i giri di eſſi ( particolarmente ſe ſono reali ) ponno, ſecondo il biſogno, avvicinare, o allontanare gli sbocchi de' fiumi influenti all'origine di eſſi, e per conſeguenza accreſcere, o ſminuire la neceſſaria caduta, che è un punto aſſai conſiderabile nella condotta dell'acque; ma di ciò parleremo più ampiamente nel Cap. 9. Si dee però avvertire, che la direzione de' fiumi s'intende in due maniere, l'una cioè univerſale, l'altra particolare. La direzione univerſale non tiene conto delle picciole curvità, che ha l'alveo d'un fiume, quando anche foſſero tali, che ſpingeſſero le correnti in un luogo a Levante, nell'altro a Ponente; ma ſolo mette a capitale la ſtrada, che tiene il fiume, preſcindendo da eſſe: così vien detto da' Geografi, che il Po cammina da Ponente a Levante, che il Danubio nell'Auſtria tiene la medeſima ſtrada, nell'Ungheria volta a Sirocco, dopo Belgrado ritorna verſo Levante, e vicino a' ſuoi sbocchi nel Mar nero tende verſo Greco; e queſte ſono le tortuoſità, che ponno eſſere utili, ed iſtituite con qualche fine dalla natura: ma la direzione particolare è quella, che

gode la corrente, o filone in ciascheduna parte dell'alveo, e della quale si tiene conto da chi pretende fare una pianta esatta di un fiume in una carta di corografia, nella quale si voglia esprimere lo stato di esso con ogni maggior diligenza; e queste picciole tortuosità rare volte avviene, che portino vantaggio, anzi sono abborrite dall'universale degli uomini, che tutto 'l giorno s'affaticano o per toglierle, o per impedirne gli effetti dannosi.

E' congenea alla materia di questo Capo la questione promossa dal Varenio nella sua geografia generale lib. 1. cap. 6. Prop. 8. Se gli alvei de' fiumi siano stati fatti dalla natura, o dall'arte. Egli distingue i fiumi contemporanei alla terra da quelli, che hanno avuta la necessità di avere formati gli alvei dopo la creazione del globo terracqueo: circa i primi non ispiega il suo sentimento; ma circa gli ultimi si dà a credere, che abbiano gli alvei manufatti, assumendo per fondamento della sua opinione l'osservarsi, che le nuove fontane, nello scaturire che fanno dalla terra, non iscavano gli alvei per lo corso delle acque proprie, essendo perciò necessitate a spandersi per i terreni vicini: che molti alvei sono stati fatti per opera umana, desumendone la certezza dalla fede indubitata delle storie: e finalmente che i fonti, o sorgive, le quali scaturiscono dalle pianure, generano paludi, per efficcazione delle quali bisogna scavare fosse, che divertiscano da esse le acque: e in fine conferma il suo sentimento col dire, che molti fiumi siano stati uniti per artificio d'uomini ad altri, coll'esempio del Tanai, dell'Eufrate, e della Volga; e che perciò si debba credere il simile di tutti gli altri,

Io siccome non ardirei di negare senza motivo fatti di storia, così non posso dubitare, che le acque d'alcuni fiumi non corrano per alvei scavati a mano, sapendosi, che quelle del Po furono unite in un sol alveo da Emilio Scauro: che la Brenta è stata cambiata di alveo dalla Serma Repubblica di Venezia: così il Lamone, ed il Reno nostro dalla S. Sede; per non dire delle fosse tirate dal Nilo ad Alessandria da Alessandro Macedone; di quelle fatte da Druso per lo Reno, da Tiberio per lo Tevere ec. Ma per l'altra parte sono ben di parere, che la maggior parte de' fiumi siano stati fatti dalla natura, e che lasciandola operare

da

da se sola, ella formerebbe col tempo gli alvei a tutte l'acque, come di molti, formati per sola disposizione di cause naturali, se n'hanno indizj evidenti. Poichè se si considera la parte più alta della terra, cioè quella, che noi chiamiamo montuosa, si può ben facilmente comprendere, che le spaccature, le quali in essa da per tutto si trovano, per lo fondo delle quali scorrono i rivi, i torrenti, ed i fiumi, e che sono come termini divisorj d'una montagna dall'altra; è facile, dico, comprendere, ch'esse sono state fatte dalla forza dell'acque, che le ha scavate col corso nella maniera già diffusamente spiegata nel Capitolo antecedente; osservandosi molte volte, che dalla maggiore, o minore profondità viene determinata la distanza delle cime de' monti, che soprastano dall'una, e dall'altra parte al corso del fiume, benchè a ciò fare anche concorra la condizione della materia, di che sono formate sì le montagne, che i fondi degli alvei. Quindi è, che per impedire le escavazioni superflue, e dannose, ed i dirupamenti della terra ad esse succedenti, sono obbligati gli abitanti di fare, e mantenere un'infinità di chiuse, che sono fabbriche per lo più di legnami, o di sassi, le quali colla loro altezza sostentano il fondo de' torrenti alla necessaria altezza.

Non può intendersi una fonte di nuova origine, che abbia qualche abbondanza d'acqua, e che col continuo aumento, uscendo dal proprio ricettacolo, e trovando esito a qualche parte verso il mare, non incontri o un declivio, per lo quale scorra, o una caduta, dalla quale precipiti, la quale essendo grande più del dovere, è necessario succedano escavazioni, che sono quelle, che danno l'essere agli alvei: quando queste hanno potuto farsi seguitamente, si sono formati i letti continuati; ma incontrandosi ostacoli da tutte le parti, ed essendo sforzata l'acqua ad elevarsi di corpo per trovare l'esito sopra gl'impedimenti, si sono formati laghi, che servono di temporaneo ricettacolo a' fiumi, e talora si sono fatte cateratte, o cascate d'acqua, quando nella dirittura dell' alveo l'acqua ha trovati impedimenti, i quali non ha potuti superare col roderli, e che perciò hanno sostentata la parte superiore dell'alveo più alta dell'inferiore. Accade talvolta, che i fiumi scorrendo fra monti,

ti, trovano voragini, che li afforbifcono, e però fono interrotti i loro alvei dalle montagne, che ftanno in faccia del loro corfo; quefte voragini o hanno efito al mare, oppure trasfondono le loro acque di nuovo fopra la terra, o formano nuovi fiumi; e quefta è la ragione, per la quale fe ne trovano di quelli, che entrano in laghi, ma non ne efcono, e che alle volte fi vedono fcaturire dalla terra fiumi ben grandi piuttofto che fontane, delle quali l'origine è tanto lontana, che non fe ne tien conto. Troppo lungo farebbe il voler quì render la ragione di tutti gli accidenti, che fi offervano ne' fiumi dentro le valli delle montagne; ma farà ben facile a chi che fia, fulla norma delle cofe dette di fopra, d'indagarne le caufe; onde pafferemo a difcorrere degli alvei fuori delle foci de' monti.

Io credo affai probabile, che poche fiano nel Mondo le pianure, che non fiano figlie delle alluvioni de' fiumi, effendo ftate per l'innanzi o feni di mare, o paludi; pofciachè fe fi offerverà la condizione del terreno difpofto in iftrati di fabbia, o di terra, come nel cavamento de' pozzi, o altri fimili fi rifcontra; e fe fi farà rifleffione alle materie in cafi fimili trovate, cioè a dire a' pezzi di barche, giunchi, ed alleghe marine, come riferifce il Bertazzolo effere accaduto nel cavare i fondamenti del foftegno di Governolo ful Mantovano; ed in oltre fe fi confidereranno le ftorie antiche, come di Erodoto, che afferifce tutto l'Egitto effere compofto di terra portata dal Nilo, e che la Lombardia baffa quafi tutta è bonificata, dopo due mila anni, dalle alluvioni del Po, e d'altri fiumi, che fcendono dall'Appennino, e dalle Alpi; e finalmente * fe fi avvertirà, che i fiumi, che fcorrono per le pianure, hanno in gran parte bifogno d'argini, che vuol dire, che fenza d'effi farebbero foggette le campagne alle inondazioni d'acque per lo più torbide (alle quali vanno neceffariamente conneffi gl'interrimenti), bifognerà dire, che, ficcome levando tutte le opere manufatte, le pianure fi ridurrebbero in paludi, così prima che foffero formati gli argini, non può effere di meno, che i piani delle campagne non fi andaffero elevando fempre più col beneficio dell'acque torbide, e che perciò nel principio delle cofe foffero fiti inondati fors'anche dall'acque del mare: ciò fa vede-

* ANN. XLV.

dere, che gli alvei de' fiumi nelle pianure non sono fatti, come quelli fra i monti, per escavazione, ma solo per alluvione, cioè con la deposizione delle materie terree portate dall' acque.

Egli è manifestissimo per un evidentissima ragione, e per un esperienza sempre costante, che i fiumi torbidi, i quali hanno il loro sbocco nelle paludi, nelle lagune, o anche in seni, e spiagge di mare di poco fondo, si formano le ripe da se medesimi, ed alzando il fondo de' proprj ricettacoli, fanno loro cambiare natura, riducendoli in istato di terreno fertile ( come è indubitato essere succeduto a tutto il Ducato di Ferrara, a una gran parte di quello di Mantova, del Bolognese, del Modenese, del Mirandolano, della Romagna ec. ), e che dentro gl' interrimenti formano, e conservano l' alveo proprio: e perchè le acque vaganti facilmente perdono la direzione, secondando quella d' ogni picciolo impedimento, come si è dimostrato nell' ultima Proposizione; quindi è nata la tortuosità de' fiumi nel loro primo nascimento, inclinata però sempre, secondo la direzione universale, verso quella parte, dove l' acqua ha trovato più facile l' esito, e dove la maggior caduta l' ha destinata. Quindi è, che la superficie delle campagne viene a un dipresso ad essere disposta sul tipo della cadente della superficie de' fiumi, la quale avrebbe precisamente imitata, se la necessità dell' abitazione non avesse obbligati gli uomini ad essiccare le campagne coll' artificio degli argini: * accidente, che fa, che il piano di esse resti in molti luoghi più declive, e finalmente più basso del fondo de' fiumi; e che perciò richiedasi altezza maggiore di argini, per difenderle. Al contrario ne' luoghi, dove l' espansioni hanno avuto più lungo tempo da operare; dove l' acque sono state più torbide; e dove si sono unite più cause simili, ivi si sono fatti maggiori gl' interrimenti; e quantunque i siti siano più lontani dalla fonte del fiume, nulladimeno hanno il piano di campagna più alto, come si osserva nelle confluenze degli alvei formati in questa maniera.

* ANNOT. XV.

E' anche regola generale, che le pianure fatte per alluvione sono più alte alle sponde de' fiumi, e scostandosi da queste, sempre si rendono più basse; e perciò ne' siti di mezzo a due fiumi s' osserva una concavi-

tà

tà seguita, dove l'acqua piovana delle campagne s'unirebbe, se la providenza degli uomini non avesse scavato in que' luoghi fosse proporzionate a ricevere l'acque degli scoli particolari delle campagne, ed a scaricarle o nelle parti più basse de' fiumi medesimi, o al mare, o in paludi, secondo la contingenza. Ciò però è vero, qualunque volta il fiume, prima d'essere stato arginato, non abbia mutato sito da un luogo all'altro, in maniera da fare alluvioni quasi per tutto eguali, o non siano state trattenute le torbide dentro il circondario degli argini particolari a ciò destinati; perchè in tal caso gl'interrimenti succedono quasi orizzontali. Le osservazioni di queste particolarità, che regolarmente si fanno nelle pianure, danno ben a conoscere, che gli alvei de' fiumi, che le bagnano, sono per lo più fatti per alluvione dalla natura, non dall'arte, e che quando questa v'ha luogo, si danno indizj tali da conoscerlo, anche prescindendo da qualsisia notizia di fatti antichi.

I condotti dell'acque piovane riconoscono ben tutti il loro essere dall'artificio degli uomini, se non quanto alcuna volta ponno avere per canale l'alveo derelitto d'un fiume, o altra simile concavità naturale. Lo stesso s'intende dell'acque de' fonti, che nascono nelle pianure, se esse sono in poca quantità; poichè tanto queste, quanto quelle, per correre regolate, richiedono escavazioni di canali; e la ragione si è, perchè, essendo chiare, non ponno deporre materia alcuna, e perciò non vagliono a farsi l'alveo per alluvione, e perchè scorrendo per campagne, che hanno a un dipresso il declivio richieduto dal fiume, non ponno, essendo molto minori di corpo, fare escavazione alcuna, e per conseguenza profondarsi un alveo sotto il piano della campagna. Egli è dunque necessario, che sopra de' terreni si spandano, e scorrendo sempre ad occupar i luoghi più bassi, procurino l'uscita da qualche parte, la quale, essendo l'acque vive, troveranno finalmente, se non altro, coll' alzamento della superficie, che rendendosi o per sorgive temporanee, o per espansioni di qualche fiume ec. superiore agli ostacoli, li sormonterà; e sopra di essi acquistando quell'altezza, che, proporzionata alla larghezza, e velocità, è necessaria per iscaricare tutta l'acqua, che di nuo-

nuovo si va somministrando, terrà occupate, ed inondate tutte all' intorno le campagne, che saranno più basse del livello dell' uscita dell' acqua, nella stessa maniera appunto, che succede ne' laghi. Ma non essendo le acque perenni, può darsi il caso, che siano sì bassi gl' impedimenti da superare, che ogni poca altezza d' acqua basti, per iscaricarne una parte, e cessando l' afflusso ( siasi o per siccità, o per altro ) cessi il corso fuori dello stagno, e l' acqua impedita resti trattenuta, sintantochè il Sole, o il vento la consumi in vapori, o pure ch' essa da se medesima s' imbeva ne' pori della terra.

* Quindi è, che per essiccare gli stagni, e le paludi, mezzi proporzionati sono o la diversione dell' acque, che le fomentano, e mantengono; o la rimozione degli impedimenti, che le sostentano ad un' altezza non necessaria, che vuol dire l' escavazione d' emissarj, e canali proporzionati; ovvero in ultimo luogo, quando ogni altro mezzo si riconosca frustraneo, la immissione di acque torbide, che elevino il fondo della palude, uguagliando con ciò le concavità, che servono di ricettacolo all' acque stagnanti. L' elezione dell' uno, o dell' altro di questi mezzi dipende dalla considerazione di tutte le circostanze; poichè se vi sarà luogo a proposito per divertire, o regolare le acque, che hanno il loro sfogo nelle paludi, sano consiglio è di praticar questo mezzo, qualunque volta però il fondo di esse sia tant' alto, quanto basta per tramandare al suo termine le acque, che sopra vi pioveranno. * ANN. XVI.

Ma se avendo il fondo della palude quest' ultima condizione, sarà effetto de' soli ostacoli la stagnazione, e la elevazione dell' acque; in tal caso basta, colla rimozione degl' impedimenti, dare sfogo proporzionato all' acqua ristagnata, e portarla per canali manufatti a qualche termine reale, ed, occorrendo, scavarne degli altri per mezzo della palude, che servano a dar passaggio all' acque, che dentro vi mettono, o che devono uscirne: e finalmente se il fondo della palude non avrà la caduta necessaria al suo scarico, è d' uopo di procurargliela con l' arte, elevandole con l' acque torbide il fondo, il quale ridotto che sia ad un' altezza sufficiente, bisogna poi praticare uno de' due mezzi suddetti; senza di che mai non si arriva ad una perfetta essiccazione.

Giacchè ſiamo entrati a diſcorrere delle paludi, non ſarà che bene, per fine di queſto Capitolo, di avvertire una conſiderazione aſſai neceſſaria alla materia, di cui ſi tratta. Alcuni hanno creduto, che le paludi ſiano un errore della natura, e che perciò biſogni ſempre cercare di correggerlo. Io però le ſtimo in molti caſi, non ſo ſe mi dica, o una neceſſità, o un artificio della natura medeſima, la quale ſomminiſtra agli uomini il comodo di tenere aſciugate campagne vaſtiſſime, col ſottometterne all'inondazione una picciola parte; poichè, prima egli è evidente, che molte terre ſono così poco alte ſopra il termine, il quale dee dar loro lo ſcolo, che ſe l'acque, anco ſcolatizie, doveſſero unirſi in un alveo ſolo continuato ſino al termine predetto, dovrebbero avervi altezza tale, che manterrebbe pantanoſo tutto il terreno vicino; coſa, che non ſuccede, quando l'acque eſcono preſto da' loro condotti, e trovano un'eſpanſione, e profondità conſiderabile, dove trattenerſi per qualche tempo, e ſino all'eſtate, che può in gran parte conſumarle: quindi è, che ſi trovano molti ſtagni, che non hanno eſito alcuno, e ſervono ne' tempi piovoſi come di picciolo mare a dar ricetto alle acque delle campagne contigue: ſecondariamente molti fiumi ſcorrono per campagne, e danno ricetto agli ſcoli delle medeſime; perchè entrando nelle paludi, mantengono il loro fondo più baſſo, che non ſarebbero, interrito che foſſe il fondo delle medeſime. Sia A B il fondo ſtabilito di un fiume, influente in una palude, di cui la ſuperficie orizzontale ſia B C, e che, uſcendo dalla medeſima, ſcorra per lo fondo C D paralello ad A B, e ſia E F il piano della campagna ſuperiore alla palude; ciò poſto, egli è evidente, che la campagna E F può avere ſcolo sì nel fiume A B, sì anche, e molto meglio, ſopra il pelo della palude B C; ma interrita che queſta ſia, egli è certo per le coſe dette di ſopra, che il fondo A B ſi eleverà in G C, per mantenere la caduta proporzionata al ſuo corpo d'acqua; e perciò non potranno le campagne avere più lo ſcolo nè nel fiume, nè nella palude; ma ſolo nella parte inferiore C D; il che può eſſere impedito per più cauſe, cioè o per l'unione di qualche altro fiume, o pure perchè s'incontri la ſpiaggia del mare, che ſuol eſſere d'impedimento allo sbocco de' piccioli condotti; e

*Tav. 8. Fig. 38.*

perciò

perciò non potendo l'acque piovane avere più ricetto, bisognerà, che restino a coprire le campagne, dalle quali prima derivavano; il che maggiormente accaderà a que' siti, che necessariamente devono avere lo scolo nella parte del fiume, superiore al punto C. Casi simili, derivati dal prolungamento degli alvei dentro le paludi, si vedono frequenti nel nostro territorio di Bologna, nel Ferrarese, e nella Romagna; perchè * essendo le campagne disposte a scolarsi sopra il pelo basso dell' antica padusa, ch'era orizzontale a quello del mare, ed essendosi questa divisa in più parti, ed alzata di fondo, e di pelo per le alluvioni, si vedono quasi tutti i fiumi obbligati a scorrervi dentro così alzati di letto, che restano superiori di molto al piano delle campagne, negando con ciò lo scolo a' terreni, anzi inondandoli, ed ampliando ogni dì maggiormente le paludi, in vece di renderle fertili; come sembra, che dovrebbe succedere, dopo gli interrimenti, a chi non è capace di considerare a quale altezza dovrebbero questi elevarsi, per potere scolarsi dentro gli alvei de' fiumi vicini, mentre per l'impedimento degli altri fiumi inferiori non ponno avere la strada aperta al mare per cavi separati. Questa è la ragione, per la quale non sempre sono utili le bonificazioni per alluvione, bensì quelle per efficazione, particolarmente quando si fanno per via di diversione di acque copiose, e per rimozione degli ostacoli, che fanno stagnanti le acque, essendo per altro ( fuorchè ne' casi, ne' quali le terre hanno pochissima pendenza al termine dello scolo ) insensibile l'effetto del prolungamento de' cavi manufatti, particolarmente quando questi si mantengono espurgati, ed escavati alla dovuta profondità.

* ANN. XVII.



# CAPITOLO SETTIMO.

## *De' moti, che s' osservano nell' acque de' fiumi in diverse circostanze.*

ABbiamo toccate in più luoghi di questo Trattato molte particolarità concernenti il movimento dell' acqua dentro gli alvei de' fiumi, secondo che ha portato l' occasione, e la materia; ma perchè ve ne restano molte altre, che meritano e di essere avvertite, e di essere risolute nelle loro cause; perciò ci daremo a considerarle separatamente in questo Capitolo, passando dall' una all' altra coll' ordine medesimo, che porta il progresso d' un fiume dal suo principio al suo fine.

Per intraprendere dunque questa ricerca, immaginiamoci una fonte, che dia il primo alimento ad un fiume, somministrandogli, per esempio, in un secondo di tempo cento determinate parti di acqua, le quali, per uscire dalla vasca del fonte, siano obbligate a passare per la sezione d' un canale, la quale sia tanto angusta, che, attesa la velocità, la quale ponno avere in essa le parti dell' acqua nell' uscirne, non permetta il passaggio, che alla metà di esse nel detto tempo di un secondo. Se ciò è, parimente è necessario, che la metà dell' acqua, che dà il fonte, sia trattenuta nel ricettacolo, e che perciò elevandosi di superficie l' acqua della vasca, cresca egualmente in altezza dentro la prima sezione, sintantochè questa, o per l' accrescimento dell' area, o della velocità, rendasi capace di scaricare in un dato tempo tant' acqua, quanta nel medesimo viene somministrata dalla fonte.

E quì, prima d' inoltrarci maggiormente nella materia, sono d' avvertirsi alcune particolarità intorno al modo, con che si dispongono le velocità di una perpendicolare d' una sezione di un fiume, considerandole dentro il complesso delle circostanze, che ordinariamente loro avvengono; perchè spiegato che ciò sia, darà gran lume a quello, che siamo per dire da quì avanti. E prima è da considerarsi,

che

che trovandosi l' aequa trattenuta, come si è detto, per metà, *l' altezza dell' acqua nella prima sezione* d' un canale orizzontale ( che per ora suppongo annesso all' incile della vasca ) *non crescerà il doppio*, *a cagione del doversi* per essa *scaricare acqua duplicata*, *ma molto meno*: e la ragione si è, perchè non solo la sezione diventa più grande, ma anco più veloce, essendo che nel crescere l' acqua in altezza, aggiunge qualche grado di velocità alle parti inferiori, e conseguentemente la velocità media riesce maggiore nel secondo caso, che nel primo; ond' è, che ad effetto di pareggiare l' entrata con l' uscita, non vi è necessario di doppia altezza nell' acqua. Noi abbiamo dimostrato in altri luoghi, che * *supposto che A B sia l' altezza dell' acqua*, ch' esce dal fonte, *le velocità saranno disposte nella parabola B A C*; ed è certo, *che trovandosi una velocità media fra le maggiori*, *e le minori*, come D E, *non si varierebbe l' altezza dell' acqua*; perchè tanto sfogo avrebbero tutte le velocità dovute a' punti di A B, essendo ognuna eguale a D E, quanto ne hanno le medesime; ma diseguali B C, D E ec., come porta la natura della parabola B A C.

* ANNOT. II. *Tav.* 8. *Fig.* 39.

Per la stessa ragione *non si varierebbe l' altezza*, *se scemandosi la velocità dell' acqua in un punto d' una perpendicolare*, *s' accrescesse egualmente in un altro punto della medesima*; come per esempio, se le velocità fra D, e B fossero impedite, di maniera che tutta la parte levata da esse alla residua stasse come la figura E G C alla D E G C B, e l' una, e l' altra, prese insieme, componessero la somma delle velocità non impedite; ma per lo contrario le velocità fra A, e D fossero, per qualsisia causa, accresciute, e l' accrescimento fosse la figura A F E, eguale alla E G C; è ancora manifesto, che essendo la somma delle velocità contenute nella figura B A F E G C, eguale alla somma delle velocità, della parabola B A C, manterrebbesi l' altezza medesima A B: e generalmente *quando la velocità media non resti alterata*, *qualunque siasi la inegualità delle velocità* maggiori, e minori, *è impossibile*, *che l' altezza dell' acqua si varii*. Ma *quando le velocità in alcuni punti della perpendicolare A B si sminuissero*, *e negli altri o di niuna sorte*, *o non quanto basta si accrescessero*: *cioè a dire*

*Tav.* 8. *Fig.* 40.

ogni

* ANNOT. II. *ogni volta * che la velocità media si diminuisse, converrebbe, che l' altezza della sezione*, della quale si suppone invariata la larghezza, *si facesse maggiore*.

Tav 8. Fig. 41. Come per esempio, se le velocità della perpendicolare A B fossero sminuite da D in B quanto è il valore della figura E F C, e fra A, e D non fossero mutate di sorte alcuna, non potrebbe mantenersi l' altezza A B, ma bisognerebbe, che l' acqua si elevasse in H, tanto che tra le velocità di A H aggiunte di nuovo, contenute nella figura A H I, e gli accrescimenti fatti, per tale alzamento, alle velocità di A D, contenuti nella figura A I E, si facesse l' accrescimento A H I E eguale al difetto E F C. Tralascio quì di considerare l' aumento delle velocità in D B; poichè messo egli a conto, non fa altro, che rendere un poco minore l' altezza A H, e la figura A H I E, la quale * ANNOT. III. dovrà essere sempre eguale alla E F C ristretta a minor mole: * tutto ciò si dee intendere non solo ne' casi, ne' quali le velocità terminano alla circonferenza di una parabola intera, ma ancora in quelli, ne' quali le velocità di una perpendicolare sono terminate di sua natura dall' arco d' un segmento parabolico. Da ciò rendesi manifesto, che non mutandosi la quantità dell' acqua somministrata dal fonte, sem- * ANNOT. IV. pre * le somme delle velocità saranno eguali fra loro, dovendo sempre equivalere alla parabola A B C; ma le altezze potranno essere disuguali, se si varierà la velocità media di tutta la sezione, e perciò, come si è dimostrato *nel primo libro della misura delle acque*, le quantità delle acque sono proporzionali alle somme delle velocità di tutta la sezione, e parimente sono in proporzione composta di quelle delle sezioni, e delle velocità medie delle sezioni medesime; e ciò è vero, o sia impedita, o no la velocità dell' acqua.

Per accostarsi più da vicino a ciò, che abbiamo in animo di spie- Tav 8. Fig. 42. gare, intendasi correre l' acqua con le velocità della parabola B A C; e suppongasi, che per lo sfregamento del fondo l' acqua sia impedita; e sebbene abbia un' altezza, che possa produrre tutta la velocità B C, nondimeno, detratta la forza degl' impedimenti, non produca, che la B D; e così restino sminuite tutte le velocità superiori, ma sempre meno,

meno, di maniera che le velocità così impedite terminino alla curva A E D: egli è ben evidente, che essendo levata dalla parabola la parte A E D C, non potrà coll' altezza A B avere l' acqua tutto lo sfogo, che l'è necessario; ma bisognerà, che si elevi, v. gr. in N: imprimendo dunque, con tale accrescimento di altezza, maggiore velocità a tutte le parti dell' acqua sottoposte, accrescerà la B D, v. gr. in P, e tutte le altre proporzionalmente, in maniera che coll' elevarsi che farà successivamente l' acqua, e coll' accrescersi nel medesimo tempo le velocità dell' acqua inferiore, alzata che sia l' acqua in N, si sia fatto l' accrescimento A N O eguale al difetto P O C: sarà dunque la linea N O P quella, che regolerà le velocità impedite della perpendicolare N B, e che più, o meno varierà dalla natura della parabola, secondo che maggiori, o minori saranno gl' impedimenti del fondo.

* Di nuovo mettendo a conto quello, che può nascere dalla viscosità dell' acqua, perchè, a cagione di questa, le parti più veloci aggiungono della velocità alle meno veloci, perdendone esse altrettanta, ne segue, che le parti più veloci, v. gr. X Y, resteranno veloci, come X Z, e che si toglierà la convessità della linea N O P, la quale perciò nella parte superiore O V sarà sensibilmente una linea retta, che esprimerà la velocità, che riceve l' acqua comunicatale dalle parti inferiori più veloci, e molte volte acquistata dall' acceleramento per la discesa, come si è detto *nel Capit.* 4. Tale trasformazione di linea dee succedere di maniera, che la figura N V Z S B sia eguale alla N Y P B, e conseguentemente alla parabola B A C; ma non si dee mutare l' altezza N B; posciachè quella causa medesima, che aggiunge velocità ad una parte, altrettanta ne toglie ad un' altra. Ecco adunque in qual maniera gl' impedimenti, e le circostanze alterano la linea regolatrice delle velocità, che prescindendo da ogni impedimento, e supponendo una perfetta fluidità nell' acqua, dovrebbe essere parabolica, o un segmento della medesima, quando vi abbia luogo l' accelerazione della discesa per lo pendio dell' alveo.

* ANNOT. V.

*Tav. 8. Fig. 41.*

*Tre* adunque *sono i casi, secondo i quali si regolano le velocità delle acque correnti.* Il primo è * *quando il fondo del canale è orizzonta-*

* ANNOT. VI.

*zontale*; ed in questo caso *la linea regolatrice*, parlando teoricamente, 
* ANN. VII. *dovrebbe essere perfettamente parabolica*; e * praticamente la figura, che forma la somma delle velocità, sarà sempre eguale ad una semiparabola, ed avrà l'asse tanto maggiore, quanto le resistenze del fondo, e delle sponde saranno maggiori, con questa regola, che le predette linee regolatrici s' accostino sempre più alla natura della parabola, quanto 
* ANN. VIII. minori sono gl' impedimenti. * Quindi è, che *se le* predette *resistenze* saranno disuguali, *e maggiori nel principio, minori nel fine dell' alveo, dovrà andarsi diminuendo l' altezza dell' acqua*, la cui superficie per-
* ANNOT. IX. ciò sarà inclinata dalla parte del corso: * ma *se le* medesime *resistenze continuassero sempre d' una maniera uniforme, sarebbe necessario, che l' altezze dell' acqua sopra il fondo del canale fossero per tutto eguali, supposta eguale la larghezza di tutte le sezioni*, e per conseguenza che la superficie dell' acqua fosse paralella al fondo, ed anch' essa orizzontale.

Il secondo caso è, *quando il canale si trova inclinato, e di maniera, che correndo l' acqua per esso, acquisti velocità maggiore tanto in superficie, che nel fondo*; ed allora *la somma delle velocità*, parlando pure teoricamente, *sarà un segmento parabolico, tagliato da una parabola, il cui asse sia la perpendicolare della sezione, prolungata fino all'*
* ANNOT. X. *orizzontale del principio dell' alveo*; * ma *mettendo a conto le resistenze*, secondo la diversa attività di queste, acquisterà diversa natura, e *bisognerà sempre, che le linee delle velocità* d' una perpendicolare *formino una figura eguale al detto segmento*; quando poi le resistenze continuassero sempre le medesime, allora o il canale sarà ridotto all' equabilità, o no; se l' acqua del canale sarà resa equabile, continuerà anche la medesima altezza dell' acqua, la cui superficie perciò sarà paralella al fondo; ma se potrà ancora accelerarsi, scemerà a poco a poco l' altezza dell' acqua medesima fino al termine dell' acceleramento.

Il terzo caso, che è il più frequente, e tanto, che ne' fiumi rassettati di corso può quasi dirsi universale, si ha, quando, benchè il fiume sia qualche poco declive, ha però tale altezza viva, che può dare la velocità alle parti inferiori dell' acqua; ma le superiori scorrendo al

basso

basso per una linea declive, egualmente che il fondo dell'alveo si vanno qualche poco accelerando, di maniera che le velocità parte sono dovute alla pressione delle superiori, parte all'accelerazione; e quì è evidente, che, * *supposta A B l'altezza dell'acqua, e D il termine delle velocità terminanti alla parabola* E C; di modo che D E sia la medesima, o si consideri fatta dall'accelerazione, o dalla pressione, *le velocità tra D, e B termineranno al segmento* E C, *e le altre tra A, e D termineranno ad un altro segmento pure parabolico* F E; ma considerando gli effetti delle resistenze ec., a due segmenti delle linee di sopra enunciate: siccome adunque in questo caso la somma delle velocità sarebbe la figura B A F E C, così togliendosi l'effetto dell'accelerazione, cioè A F E, bisognerà, che l'altezza A B si faccia maggiore quel tanto, che basta a compire una parabola intera, eguale alla predetta figura; il quale accrescimento però sarà insensibile, perchè con la nuova altezza aggiugnendosi velocità a tutte le parti dell'acqua, la parabola si renderà più ampia, ed in gran parte supplirà con l'ampiezza, e nel resto con l'altezza al difetto A F E.

* ANNOT. XI.
*Tav. 8. Fig. 44.*

Tutto ciò si è detto non solo per dimostrare la maniera, colla quale, secondo le diverse circostanze, si dispongono le velocità di una perpendicolare d'un'acqua corrente nell'uscire da' ricettacoli delle proprie fonti; nel che non è ella sottoposta alla moltiplicità degl'impedimenti, che in altri luoghi fanno perdere l'uso a tutte le regole; ma ancora per far vedere come possano coerentemente a' nostri principj spiegarsi l'esperienze, colle quali altri hanno trovate l'acque più veloci in superficie, che nel mezzo, e nel fondo; altri più veloci nel mezzo, che nel fondo, e nella superficie; ed altri più veloci nel fondo, che in altro luogo; poichè, quantunque quest'ultimo sia più coerente alla natura dell'acque, ponno però esser vere per accidente, e per l'efficienza degl'impedimenti, e delle circostanze l'esperienze sopraddette, * siccome per lo più è vero in fatti, che l'acque de' fiumi sono più veloci nel mezzo, che in altri luoghi.

* ANN. XII.

Uscendo adunque l'acqua dalla vasca di un fonte per un emissario competente, troverà il canale o orizzontale, o inclinato, e l'inclinazio-

ne o sarà tale da permettere maggiore acceleramento a tutte le parti dell'acqua, o solo alle superficiali, ed in ognuno de' casi già abbiamo detto in qual modo si debbano disporre le velocità d'una perpendicolare. Queste velocità non solo prendono la direzione delle sponde del canale, ma ancora quella del fondo del medesimo; ed essendo la natura dell'impeto tale, che impresso una volta in un mobile, e cominciato ad esercitarsi verso una parte determinata, non si estingue mai, nè muta direzione, se ciò non sia a cagione degl' impedimenti incontrati; ne segue, che, quanto a se, l'acqua continuerebbe a muoversi per la primiera direzione; ma perchè la di lei gravità la tiene sempre unita al fondo dell' alveo, che è la parte più bassa; perciò mutando il fondo declività ( siasi o maggiore, o minore ), è d'uopo, che l'acqua medesima muti la direzione, accrescendo, o diminuendo l'impeto, secondo le circostanze.

Se il fondo d'un alveo di fiume fosse un piano perfetto, non darebbe esso alcun impedimento alle di lui direzioni; ma perchè particolarmente *fra le montagne gli alvei de' fiumi sono assai scabri, comechè ripieni di sassi*; quindi è, che sebbene la direzione di tutta l'acqua è inclinata ad una sola parte, i moti però particolari della medesima si fanno quasi da tutti i lati, poichè l'incontro de' sassi la obbliga a divertire lateralmente da una banda, e dall'altra, ed incontrandosi queste direzioni, ne nascono certi come bollimenti di acqua, e talora vortici: per la stessa ragione dall'incontro de' sassi *in parte ristagnata, ed in parte ribattuta verso la superficie l'acqua corrente, cagiona un gonfiamento nella propria superficie*, il quale sta in un continuo disfarsi, e ripararsi, il qual pure in poca altezza di corpo d'acqua può passare per uno spezzamento di onda; ma *quando l'acqua è assai alta, non si rompe già la di lei superficie, ma si ripiega con un continuo, e stabile ondeggiamento*. Per maggior intelligenza di ciò suppongasi, che la linea F A sia il fondo d'un fiume, per lo quale scorra l'acqua, la cui superficie sia D E, e sia detto fondo così inclinato, che l'acqua arrivata in E abbia un impeto, o velocità dovuta alla discesa G E, ed ivi ritrovi l'impedimento A B, il quale faccia angoli ottusi colla direzione D E;

*Tav. 9. Fig. 45.*

ed

ed in oltre sia la di lui altezza perpendicolare molto minore della GA, e la lunghezza tale, che possa essere scorsa, non ostanti gl' impedimenti, per virtù dell' impeto prima conceputo dall' acqua. Ciò posto, arrivata che sia l' acqua in E, non v' ha dubbio, che incontrando l' ostacolo A B, non sia per ritardarsi, ma non interamente; onde conservando qualche parte del proprio impeto, potrà scorrere per l'acclività A B, ed anche sormontarla, finchè trovando la discesa libera per B C possa continuare il suo corso. In questo caso egli è evidente, che sebbene una porzione d' acqua ricadesse da B in E, ciò però non ostante la forza di D E di nuovo la rispingerebbe verso B; e se a tanto non bastasse, una parte ristagnerebbe nella concavità E, e facendo crescere l' altezza sino ad A H, abbrevierebbesi, e renderebbesi meno acclive la strada H B, la quale finalmente potrebbe essere scorsa dall' acqua, mediante l' impeto acquistato per la discesa D H. Quindi è manifesta la ragione, per la quale, *quando un fiume di tal sorte incontra un ostacolo, si alza la di lui superficie sopra l' ostacolo medesimo più di quella, che gli sta attorno; e se l' ostacolo è continuato da una ripa all' altra*, come sarebbe una chiusa, o pescaja, *tutto il fiume corre in qualche parte all' insù*, prima anche di arrivare all' ostacolo, sopra del quale sta a perpendicolo la maggior altezza del corso acclive; e questa è un' eccezione alla regola, *che l' acqua sempre corra al basso*.

Da ciò, che si è detto fin ora, si può desumere un indizio per conoscere, se un fiume corra per impeto preconceputo; e si avrà dall' osservare, *se incontrando degli ostacoli nel fondo, s' alzi la di lui superficie sopra di essi;* poichè egli è certo, che *la forza della sola altezza non può far ribalzare l' acqua più alto della superficie regolare del fiume*, essendo eguale il contrasto dell' acqua superiore alla forza del ribalzo; e da ciò pure deriva, che posti gli ostacoli medesimi del fondo, in diverse altezze dell' acqua non sono eguali *i gorgogliamenti della superficie*, i quali sempre *sono maggiori in acqua bassa, che in piena di fiume*; posciachè non dipendendo l' impeto dell' acceleramento dall' altezza dell' acqua, ma solo dalla quantità della discesa, resta egli invariato, sia alto, o basso il fiume; ma per lo contrario *la resistenza, che fa*

*all'acqua ribattuta verso la superficie il corpo della medesima*, *è maggiore*, *quando altresì è maggiore l' altezza dell' acqua*; il perchè è necessario, che allora succeda più sensibile l'effetto, quando la resistenza al risalto dell'acqua è minore, cioè quando il fiume è più basso; ond'è, che per eleggere i guadi sicuri, si ha risguardo a' luoghi, ne' quali l' acqua, risentendo le asprezze del fondo, si frange; segno della minore altezza in que' luoghi, e si sfuggono quelli, ne' quali il fiume sembra correre più eguale; poichè ivi è sempre maggiore profondità.

Tutto il contrario succede a quegl'impedimenti, che spuntano fuori dell'acqua, come sono le ripe de' fiumi; poichè *non tanto s' alzano le acque vicino a' froldi in fiume basso*, *quanto nella piena di esso*; e la ragione si è, perchè quando il fiume è pieno, maggior copia d'acqua viene impedita, e perciò dee maggiormente alzarsi, che quando è mezzano, o basso: concorre anco a ciò parzialmente *il rifrangersi che fa l' impeto della discesa maggiore in acqua alta*, *che in acqua bassa*, sì perchè la superficie è più lontana dagl'impedimenti del fondo, sì ancora * perchè la cadente del pelo è più declive: questa pure è la causa, che *un palo piantato dentro l'alveo d'un fiume*, *se questo è basso*, *o poco veloce*, *viene lambito dolcemente dall' acqua; ma essendo il fiume pieno*, *o costituito in velocità considerabile*, *s' eleva l' acqua incontrandolo*.

* ANN. XIII.

*Il mantenersi dell'acqua più alta vicino alle concavità delle botte*, *che sopra le spiagge all'incontro*, procede dal continuo farsi, e disfarsi di tale altezza; poichè nel tempo che l'acqua elevata sopra il livello della sua vicina, tenta di spianarsi sulla superficie di essa, ne sopraggiunge dell'altra, che ritorna in essere l'effetto primiero, il quale perciò tanto dura, quanto le cause, che lo producono.

Un non so che di simile si osserva nelle cadute dell'acque per li canali molto declivi, e ristretti, i quali terminano in canali molto meno declivi, e più larghi. Sia il canale più declive A B, ed il meno declive B G, e sia la lunghezza del canale A B; discenda l'acqua per A B, accelerando il suo moto, ed abbia in B quella velocità, ch'è dovuta alla caduta C H; supponiamo ancora, che *l' acqua* uscendo da B, ed *entrando nel canale B G meno declive*, *ma più largo*, richieda per isca-

*Tav. 9. Fig. 46.*

iscaricarsi l'altezza B E minore della C H; s'osserva in tal caso, che l'acqua per A B *non porta la sua superficie C D ad unirsi con quella di E F; ma si profonda come in E D, sotto del livello E F, e l'acqua resta in E D sospesa, conservandosi la superficie dell' acqua corrente in C D E F.* La ragione di questo fenomeno è, che avendo l'acqua per la discesa acquistata velocità maggiore di quella, che possa produrre l'altezza E B, è necessario conseguentemente, che essa scacci l'acqua I D B dal suo luogo, e continui il corso per I B: e perchè l'acqua B D uscita dal canale A B ricerca l'altezza B E; perciò arrivata in B, si eleva in E, e comincia a discendere in E D I; e perchè arrivata in D, è trasportata con maggiore velocità di quella le possa essere somministrata cadendo da E in D, essendo maggiore la velocità della discesa C D di quella dell'altezza E D; perciò è necessario, che vi resti il vacuo E D I, se non in tutto, almeno in parte. Per la stessa ragione ponno sostentarsi alla medesima altezza I E le sponde di acqua laterali al vacuo I D E, le quali però, comechè vanno somministrando maggior copia d'acqua alla vacuità I D E, la renderanno minore; onde più sensibile sarà l'effetto predetto, se continuandosi le sponde del canale inclinato, impediranno la caduta dell'acqua laterale. Il medesimo effetto s'osserva, se annesso al canale inclinato ne succeda uno o orizzontale, o poco inclinato, ma della medesima larghezza del predetto, e che finalmente termini in uno assai largo; poichè nel canale di mezzo si vedrà l'acqua correre colla superficie molto più bassa, che nell'inferiore più largo, continuando per qualche tratto nel canale di mezzo la velocità acquistata nella discesa per lo primo; e vi è apparenza, che se il detto canale di mezzo fosse lungo considerabilmente, la superficie dell'acqua corrente per esso si dovrebbe rendere acclive, a misura che le resistenze di esso impedissero la velocità acquistata nella discesa per lo canale inclinato.

E'osservazione accertata, che molte volte *nelle piene de' fiumi gonfii l'acqua nel sito del filone*, di maniera che alcune volte riesca ella in tal sito più alta delle sponde del fiume. Ciò succede, perchè essendo nel sito del filone l'acqua più veloce, ogni impedimento, che trovi, per picco-

ciolo che sia, le toglie molto dell'impeto antecedente; e perciò bisogna, che l'acqua s'elevi più in detto luogo, che negli altri, ne' quali essendo l'acqua meno veloce, e con poco impeto, ancorchè gl'impedimenti egualmente operassero, sottentrerebbe l'altezza dell'acqua a restituire la velocità perduta, e per conseguenza non facendosi ivi tanta perdita di velocità, nemmeno dovrebbe farsi tanta altezza; e da ciò si deduce la ragione, per la quale *i fiumi di corso debole nelle piene, e quelli, che nell'abbassarsi perdono considerabilmente la velocità, e l'impeto, hanno in tale stato la superficie affatto eguale, e senza veruno colmeggiamento*; e questo è un altro indizio per conoscere quali siano i fiumi, che hanno l'acqua, almeno in superficie, veloce per acceleramento di caduta.

Quelli, che vogliono assicurarsi del sito del filone d'un fiume, osservano quale sia la strada, che tengono le materie leggieri portate dall' acqua, come sono foglie d'alberi, pezzetti di legno, spume, e simili; e giudicano quello essere il sito del filone: ciò è appoggiato ad un'ottima ragione, perchè realmente *i galleggianti devono a poco a poco ridursi nel sito, nel quale l'acqua è più veloce, ed arrivativi, non possono che per accidente partirsene*; posciachè avendo ogni corpo qualche grandezza, è portato, o spinto da più linee d'acqua, che, secondo la diversa distanza dalla ripa, sono meno veloci; e perciò quella parte di esso corpo, ch'è più verso il mezzo del fiume, viene a ricevere più di moto, che la più lontana; quindi è necessario, che il corpo tutto si volti in giro verso il filone, e facendo ciò, viene ad opporsi al moto di più altre linee d'acqua di velocità difforme, e perciò sempre più viene ad accostarsi al filone medesimo, sintantochè trovi tal sito, nel quale tanto la parte destra, quanto la sinistra siano spinte di moto uniforme; il che solo si ha nel luogo del maggior corso, cioè nel filone, o vicino ad esso.

E' superfluo di ripetere in questo luogo le cause, per le quali *negli alvei diritti il filone mantiene il sito di mezzo dell'alveo, e ne' tortuosi passa da una sponda all'altra, accostandosi alla ripa* nel vertice delle corrosioni, e delle botte; e parimente per qual cagione il medesimo

mo

mo *filone segua* col suo andamento *la maggior profondità dell' alveo*, *e talora l'obbliquità delle sponde*; poichè questi, ed altri simili problemi sono stati spiegati ne' Capitoli antecedenti. Passo dunque a considerare due particolari, che sono i vortici, che si fanno ne' fiumi, ed i gorghi, che si generano negli alvei de' medesimi. Quanto a' primi è da sapersi, che questi sono di due sorti, posciachè *altri derivano dalle voragini*, *che assorbiscono l'acqua dal fondo*, *o dalle sponde de' fiumi*, e sono causati da due direzioni combinate, l'una perpendicolare verso il foro della voragine, l'altra o orizzontale, o inclinata lungo il corso del fiume. Nella generazione di questi vortici ha anche gran parte la pressione dell' aria; e perciò molte volte sono aperti, e come forati nel mezzo a modo d'un imbuto; ond'è, che l'acqua cadendo con gran velocità nel vacuo del foro predetto, porta al basso i corpi galleggianti, che vi precipitano dentro, spinti dall' aria superiore, che fa sforzo per sottentrare nel luogo di quella, che dal vortice medesimo continuamente viene ingojata; incidente, che apporta un grandissimo pericolo alle navi, che sopra vi passano. Di tali vortici se ne trovano non solo ne' fiumi, ma anche nel mare, le proprietà, e cause de' quali sono state diffusamente, e seriamente trattate dal Signor Geminiano Montanari, già mio riverito Maestro, nella sua Operetta postuma, intitolata *Le Forze d' Eolo*.

Gli *altri vortici de' fiumi si chiamano ciechi*, e non sono altro, che certe circolazioni senza veruno assorbimento d'acqua, ch'esca dall'alveo del fiume, cagionate dalla diversità delle direzioni fatte o dall' inegualità del fondo del fiume, o dall'incontro delle ripe, e d'altri ostacoli, o dalla disuguaglianza del livello nelle parti dell'acqua, e questi o sono mutabili di sito, o no, secondo che le loro cause efficienti o sussistono sempre nel medesimo sito dell' alveo, oppure mutano luogo, e cessano. I primi sono frequentissimi, e per lo più sono portati a seconda dalla corrente, risolvendosi in nulla in breve spazio di tempo per lo conato, che fa la direzione del corso primario del fiume di unire a se medesima quella di tutti gli altri moti; ma i secondi se non sono tanto frequenti, sono ben più considerabili per i cattivi effetti, che

par-

partoriscono nell'escavazioni, che succedono al fondo, e nella corrosione delle ripe. Riconoscono questi il più delle volte l'inclinazione degli ostacoli ad angolo retto, o acuto contro la corrente, da' quali è ribattuta la direzione dell'acqua verso la ripa; e non trovando esito, è obbligata a rivoltarsi all'insù, fin tanto che unendosi col corso del fiume, viene di nuovo rispinta al basso: nelle parti inferiori di questi vortici trovasi l'acqua molte volte più alta, che nelle superiori a causa degli ostacoli, che fanno elevarla; e perciò tanto più facilmente succede il moto contrario al filone, dal quale quanto più il vortice è tenuto stretto alla ripa, tanto maggiormente opera contro di essa.

In questa maniera si generano i vortici nel principio delle corrosioni, e vicino a' ripari, ed alle ale de' ponti; e dalla medesima causa derivano quelli, che succedono al di sotto delle cateratte, poichè dalla violenza di esse assottigliandosi, e ristringendosi il corpo d'acqua, è necessario, che dopo la caduta si rifranga impeto così grande nel contrasto fattogli dal fondo, e perciò che l'acqua ritardata s'alzi di corpo; il che succedendo maggiormente verso il mezzo della cascata (per la stessa ragione, che rende il filone più alto dell'acqua dalle bande), e non trovando l'acqua elevata sostegno laterale, comincia a scorrere di quà, e di là, ed a tormentare perciò le sponde, le quali cedendo, allargano in quel sito l'alveo più che nelle parti inferiori, dove ristringendosi le ripe a proporzione del corpo d'acqua, che dee correre tra esse, vengono ad opporsi in parte alla corrente, non ancora tutta diretta al lungo dell'alveo; e perciò è sforzata una parte dell'acqua a radere con moto contrario la sponda medesima, che vuol dire a formarvi un vortice.

E' bene regolare ne' fiumi, i quali hanno le ripe paralelle, anzi in quelli, che non hanno, che una sola ripa da ciascuna parte, che *la maggiore velocità*, cioè il filone, *stia sempre perpendicolare al maggior fondo, e che la direzione delle parti inferiori dell'acqua sia la medesima con quella delle superiori*; ma egli è ben anche vero, come abbiamo dimostrato nel Capitolo antecedente, che la diversa situazione delle spon-

ſponde inferiori, mezzane, e ſuperiori fa, che le direzioni dell' acqua in diverſe altezze s'inclinino fra loro, e perciò ſieno idonee anche ſole a generare de' vortici ſtabili; e di quì naſce ancora, che i vortici non ſempre ſono continuati dalla ſuperficie al fondo del fiume, poichè ve ne ſono di quelli affatto ſuperficiali, come nati dall'incontro della direzione dell' acqua ſuperficiale colle ſponde più alte ec., e degli altri, che hanno l' eſſere ſolamente da cauſe operanti vicino al fondo, i quali poco, o nulla ſi manifeſtano alla ſuperficie; e perciò ſi dà il caſo, che ſi oſſervi in un fiume baſſo, o mezzano qualche vortice, o altro moto particolare, che in acqua alta non fa apparenza veruna, e può anch'eſſere, che in acqua baſſa ſi trovino de' moti accidentali, i quali realmente ceſſino, quando il fiume è pieno, cioè a dire quando per lo gran corpo d' acqua, accreſciuta la velocità, acquiſta una gran proporzione alle reſiſtenze; e perciò ſuperandole quaſi del tutto, non laſcia, che le medeſime partoriſcano effetti ſenſibili, i quali molto bene ritornano in eſſere dopo ceſſata la piena.

*Le ſezioni de' fiumi, nelle quali ſi trovano vortici, devono eſſere* per queſto capo neceſſariamente *più larghe, o più profonde di quelle, nelle quali l'acqua cammina tutta al lungo dell'alveo:* la ragione è manifeſta, dovendo le prime eſſere capaci di ſcaricare l' acqua, che viene dalle parti ſuperiori dell' alveo, ed in oltre di dar luogo a quella, che con moto contrario dee girarſi ne' vortici; e da ciò naſce, che queſti rieſcono cotanto perniciosi alle ripe, ed a' fondi degli alvei, rodendo le prime, ed eſcavando i ſecondi ne' luoghi, dove accadono.

Sembra maraviglioſa a qualcheduno la conſervazione de' *gorghi*, che per lunga ſerie d'anni *ſi mantengono e nel luogo ſteſſo, e colla medeſima profondità:* la meraviglia naſce dal credere, che nell'eſcreſcenze l'acqua di eſſi debba reſtare ſtagnante, come ſi vede eſſere in fiume baſſo; al che, ſe foſſe vero, neceſſariamente dovrebbe ſuccedere qualche depoſizione di materia, e per conſeguenza il riempimento del gorgo; il che non ſi oſſerva. Queſta ragione, che per ſe medeſima non difetta in alcuna parte, ci fa molto bene vedere, che ſiccome è falſo, che i gorghi ſi riempiano ſenza mutare le circoſtanze, che concorrono alla lo-

ro generazione, così non è vero, che l'acqua di essi nelle piene si conservi in quella placida quiete, che apparisce in magrezza d'acqua; e perciò egli è d'uopo rinvenire come, e donde nasca la velocità, che può bastare a mantenere il fondo del fiume in quel sito scavato ad una profondità sempre uniforme; il che non sarà difficile, se seguiteremo le vestigia delle notizie sinora date.

Egli è certo, che *i gorghi si trovano per lo più al piede delle botte, o piarde, o degli ostacoli incontrati*, come sono i pilastri, che sostentano gli archi de' ponti ec., oltre quelli, che sono fatti dalle acque cadenti dalle cateratte, de' quali è manifesta al senso la causa della generazione, e della conservazione. L'incontro quasi retto, fatto dagli ostacoli alla direzione dell'acqua, è quello, che la sforza a rivoltarsi parte verso la superficie, parte verso il fondo del fiume: la prima cagiona l'elevazione maggiore dell'acqua in quel sito, l'altra agisce contro il fondo del fiume, e lo scava; ed ecco la prima origine del gorgo. Infatti non si può concepire, che una direzione paralella alla cadente naturale del fondo del fiume possa fare alcuna escavazione, essendo a ciò necessario, che la direzione faccia angolo col resistente; quindi certo è, che l'acqua scavando si spinge sotto il piano del fiume per una direzione o obbliqua, o perpendicolare; ma incontrando finalmente la resistenza del terreno, ed essendo spinta dall'altr'acqua, che la seguita, bisogna altresì, che dal fondo del gorgo riascenda alla di lui superficie in sito, nel quale l'altezza dell'acqua superiore sia minore, e non faccia tanto contrasto all'uscita la direzione perpendicolare di essa; dal che nasce in parte la determinazione della lunghezza, e larghezza del gorgo, e per l'altra parte dalla qualità, e dalla disposizione degl'impedimenti, siccome la profondità è fatta dalla qualità dell'incontro, dalla forza della direzione, dall'altezza dell'acqua, e dalla resistenza del fondo del fiume.

L'entrare, e l'uscire dell'acqua de' fiumi dalla cavità de' gorghi può farsi o in maniera, che l'acqua entri nella parte superiore, ed esca dalla inferiore, o al contrario; se il primo, risalirà l'acqua dal fondo del gorgo per un piano acclive, come si è spiegato in più luoghi; ma se l'acqua uscirà dalla parte superiore del gorgo, si formerà un vortice verticale,

ticale, perchè l'acqua uſcita al di ſopra ſi unirà alla corrente del fiume, che di nuovo dev'eſſere ſpinta dagli oſtacoli dentro del gorgo medeſimo; e di quì ne viene, che i corpi traſportati dal fiume, incontrandoſi in gorghi vorticoſi, ſono più volte ribalzati dal fondo alla ſuperficie, e riſpinti dalla ſuperficie al fondo, prima che eſcano dal ſito del gorgo. *Queſta ſorte di vortici verticali*, i quali molte volte rieſcono inclinati all' orizzonte per cagione di altri impedimenti, ſono quelli, che più danneggiano il fondo de' fiumi, ſcavando i gorghi in profondità incredibile; e ciò *maggiormente ſuccede, quando l'eſcavazione arriva a trovare il terreno fracido de' ſortumi*, che per ſua poca reſiſtenza è in iſtato di cedere a qualſiſia picciola forza. Anche i vortici orizzontali, de' quali abbiamo parlato di ſopra, ſe arrivano a toccare il fondo, lo ſcavano in gorghi, perchè rivoltata l'acqua all'incontro della corrente, trova l'inclinazione dell'alveo; e perciò incontrandola, benchè ad angolo molto obbliquo, comincia a ſtaccarne le parti, ed a formare una cavità, dalla quale dovendo poi uſcire l'acqua, è neceſſario, che il vortice prenda qualche inclinazione, ed a poco a poco di orizzontale ſi faccia o perpendicolare, o inclinato a modo di una ſpira, e perciò ſi renda in iſtato più potente di fare maggior eſcavazione: ben è vero, che i gorghi cagionati da' vortici orizzontali non rieſcono così profondi, come quelli fatti da' vortici perpendicolari, perchè quelli rare volte producono delle direzioni perpendicolari; ma ſe ſi combinano inſieme e queſti, e quelli, allora ſi ſquarciano le viſcere, per così dire, del fondo del fiume, e ſi formano piuttoſto voragini, che gorghi.

Incontrandoſi, *che un oſtacolo ſia abbracciato dalla corrente*, come ſuccede a' pilaſtri de' ponti, *ſuccedono de' gorghi, che abbracciano l'oſtacolo dalla parte ſuperiore, e terminano in niente da' lati*: effetto, che ſuccede dalla rifleſſione dell'acqua verſo il fondo nel luogo dell'incontro, e dal vortice perpendicolare, che vi ſuccede, il cui eſito è dall'uno, e dall'altro lato dell'oſtacolo, dopo del quale il vortice degenera in due orizzontali, e ſuperficiali. E quì mi viene il taglio di oſſervare, che *alle volte ſotto de' vortici delle piene ſi formano gorghi*, come ſi è ſpiegato di ſopra, *ed alle volte nel calare dell'acqua ſi vedono ivi*

*maggiormente elevate le alluvioni;* la differenza nasce da ciò, che nel primo caso i vortici continuano dalla superficie sino al fondo del fiume; ma nel secondo sono affatto superficiali, e questi in vece di escavare il fiume, se hanno sotto di se acqua o stagnante, o di poco moto, sono causa, che succedano maggiori deposizioni; poichè, dopo che l'acqua ivi trattenuta ha deposta la sua materia più grave, il vortice serve a portarvi nuova torbida; e perciò mutandosi continuamente l'acqua, è ivi siccome portata nuova torbida, così fatta maggiore deposizione, al contrario degli altri siti, ne' quali non si trovano vortici simili, poichè restando in questi sempre l'acqua medesima, o cambiandosi più lentamente, non si può fare, che poca deposizione di materia terrestre; e perciò non è meraviglia, che al di dietro de' pilastri de' ponti, sebbene si formino vortici orizzontali, nulladimeno si osservino ancora dossi ben grandi.

*Questi moti vorticosi per lo più non sono osservabili in acqua bassa;* e la ragione si è, perchè in tale stato non avendo essa velocità, e corpo, che basti, servono i gorghi come di piccioli laghi, per ricevere l'acqua del fiume, la quale trovando in essi larghezza, e profondità maggiore di quella, che richiede il corpo dell'acqua corrente, perde la velocità, e lascia, che in quel sito la superficie dell'acqua si disponga quasi ad un piano orizzontale, e sembri come stagnante; il che maggiormente è vero, quanto minore è il corpo d'acqua, e la di lei velocità in proporzione della capacità del gorgo; nel qual caso egli è evidente, che non arrivando l'acqua ad incontrare con impeto gli ostacoli, nemmeno possono succedere alcuni di quegli effetti, che dalla mutazione della direzione, e dall'impedimento della velocità derivano. Per altro *ne' fiumi, che in ogni stato conservano velocità considerabile, e corpo d'acqua sufficiente, s'osservano in ogni tempo; anzi* se corrono sopra fondi sassosi, e ghiajosi, *più in tempo di scarsezza d'acqua, de' moti vorticosi, ed irregolari:* e ciò succede, perchè in tempo di abbondanza d'acqua gli effetti cagionati dagl'impedimenti del fondo non si manifestano alla superficie, osservandosi in tale stato solamente quelli, che derivano dalla situazione delle sponde.

Tutto

Tutto ciò appartiene a' fiumi, che dalla loro origine si partono, scorrendo per alvei non interrotti nè da cateratte, nè da laghi ec., onde l'ordine porta, che discorriamo dell'uno, e dell'altro di questi interrompimenti. *Sono le cateratte certe cadute d'acqua precipitose, che succedono, quando o per natura, o per arte incontra il fiume un resistente, che lo traversa da una ripa all'altra, e non potendo corroderlo, è necessario, che lo sormonti*: tale impedimento serve a mantenere elevato il fondo dell'alveo superiore, che necessariamente viene ad essere regolato dalla di lui soglia superiore; ma *niente contribuisce allo stabilimento dell'alveo inferiore*, che prende regola, e determinazione o dalla soglia di una nuova cateratta, o dallo sbocco d'esso fiume in un lago, nel mare, ec. Quindi è, che se le condizioni del fiume richiederanno nel sito della cateratta l'alveo o egualmente, o più elevato della sommità di essa, riempiendosi l'alveo inferiore, cesserà essa dal suo ufficio: ma se per lo contrario l'alveo inferiore dovrà restare più basso della cateratta, per grande che sia la quantità della materia, che col fiume precipiti da essa, non potrà egli interrirsi, ma si manterrà sempre nello stato medesimo.

Varíansi i moti dell'acqua in questi siti per più cagioni: la prima si è *la direzione della cateratta, che può essere o ad angoli retti col corso precedente del fiume, o ad angoli obbliqui*; se sarà ad angoli retti, *l'acqua seguiterà a correre per lo medesimo piano verticale di prima*; ma se ad angoli obbliqui, *prenderà sempre una strada un poco inclinata a quella parte, alla quale la cateratta fa angolo ottuso colla corrente*. La seconda cagione è *l'impeto* acquistato nell'alveo superiore, il quale *quanto è maggiore, tanto più tiene la caduta vicina alla direzione antecedente del corso*; e non essendovene di sorte alcuna, come sarebbe, se la cateratta costituisse l'emissario d'un lago, *la caduta dell'acqua farassi in un piano verticale, che cada ad angoli retti sopra la linea della direzione della cateratta*. La terza si è la figura di essa cateratta, la quale può essere tagliata quasi perpendicolarmente in maniera, che l'acqua cadente, sormontata la sommità di essa, non la tocchi più in verun luogo; ed in tal caso *descriverà l'acqua nel precipitarsi*

*ro*

*re dall'altezza della cateratta una figura curva*, che, prescindendo da ogni resistenza, dovrebbe essere *parabolica*.

Ma quì si dee avvertire, che *in alcune cateratte altissime sul principio della caduta l'acqua si mantiene bensì unita sotto una sola superficie, ma nel progresso si frange in più parti*, e mostra una bianchezza simile a quella della neve; anzi in qualche parte si risolve in vapori, che producono una continua rugiada, e porgono occasione al Sole di dipingervi dentro i colori dell'Iride: che se, come per lo più succede nelle cateratte artificiali, alla soglia superiore d'esse sia connesso un piano molto declive, scorrerà l'acqua per esso, prendendo le strade, delle quali si è avuto discorso *nel Cap. VI. alle Prop. I., e II.* E finalmente *se alla sommità della cateratta succederanno de' scoglj continuati*, dentro de' quali di quando in quando l'acqua cadendo si spezzi, *succederanno diversi moti irregolari*, procedenti dalla quantità dell'impeto, dalla direzione de' sassi opposti a quella dell'acqua cadente, e dalla combinazione di più direzioni diverse ec.

Le *cadute* della sorte predetta se trovano materia adattata nell'alveo inferiore, *vi formano sempre un gorgo profondissimo, ed in esso de' vortici*, alcuni de' quali, che sono i più regolari, abbiamo descritti poco di sopra; dopo di che finalmente riassume il fiume il suo corso primiero, e produce quegli effetti, che sono comuni agli altri fiumi.
* ANN. XIV. Ma nell'alveo superiore è da notare, che * *dovendo l'acqua precipitare da una cateratta prima di arrivare ad essa, acquista della velocità considerabile:* effetto non solo della viscosità dell'acqua, ma ancora della mescolanza de' canali, nella maniera spiegata *allo Scolio III. della Prop. I. del Libro VI. della Misura dell'Acque*; ma di ciò discorreremo più ampiamente *nel seguente Capitolo:* solo rispetto alle cateratte sono da osservarsi alcuni effetti, che potranno illuminare la mente a chi o assume di farne delle artificiali, o di demolirne delle naturali.

Primieramente adunque *servono le cateratte a sostenere l'alveo superiore più elevato di quello che sarebbe, mancando le medesime*; e perciò impediscono quelle soverchie escavazioni, che potrebbe fare il corso del fiume: *non trattengono* già, che *i sassi cadenti dalle monta-*

*gne* non si portino al basso *se non in picciola parte*, quanto cioè basta a riempire il vano, che forma l'altezza della cateratta, il quale riempito che sia, torna il fiume a portare la materia di prima, o poco meno. (2) Perciò *fanno buon effetto ne' fiumi, de' quali è soverchia la caduta*, ma non in quelli, che ne mancano. (3) * Molte volte *formano laghi*, i quali essendo profondi, ponno essere rimedio alla deficienza della caduta. (4) *Servono per la derivazione de' canali*, che non ponno avere molta caduta, e ne *aggiungono alle fabbriche de' molini, e ad altri edificj*. (5) Se *le cateratte* sono *stabili, interrompono le navigazioni*; ma *essendo amovibili, servono per facilitare la medesima*, come apparisce ne' sostegni, che sono una specie di picciole cateratte.

* ANN. XV.

Il secondo interrompimento degli alvei sono i laghi: questi alle volte servono di fontane a' fiumi, non essendo altro, che un aggregato di più sorgenti, che tramandano le loro acque in un solo ricettacolo, dall' emissario del quale le scaricano; e di questi non è luogo quì a discorrerne, ma solo di quelli, che in un luogo ricevono l'acque de' fiumi, alle quali servono come di un picciolo mare, ed in un altro le tramandano fuori: si dee adunque discorrere al presente dell' acque, che entrano ne' laghi, e di quelle, che n'escono. Qualunque volta adunque entra un fiume in un lago, è necessario, che abbia qualche velocità, e direzione; le quali, benchè a poco a poco dopo lo sbocco vadano scemando, nulladimeno però a causa dell' impeto preconceputo il più delle volte si conservano per qualche tratto, fintantochè, comunicato che sia il moto alle parti laterali, ed opposte, parte di esse tendono verso le ripe, parte ritornano vorticosamente verso l'immissario, e parte s' indirizzano verso l'incile, o emissario del lago. *Sin tanto* però *che il fiume influente conserva velocità* osservabile in alcuna parte, *la di lui superficie resta più bassa di quella del lago*, cioè sul principio; ed in altri luoghi, cioè nel progresso, colmeggia sopra la medesima, in conformità di ciò, che si è dimostrato sul principio di questo Capitolo, dipendendo questa apparenza dalla velocità, o impeto, col quale il fiume si porta allo sbocco; poichè s'egli entrerà con poca forza, sul bel principio s'equilibrerà colla superficie del lago.

Cre-

Credono alcuni, che le acque de' laghi siano da un capo all'altro equilibrate, come se fossero perfettamente stagnanti; io però non saprei dirlo accertatamente, parendomi verisimile, che *vicino a' luoghi, che danno l' ingresso a' fiumi, debbano essere qualche poco più elevate di pelo, che negli altri luoghi*; siccome è certo per lo contrario, che *vicino all' emissario sono qualche poco più basse*: il motivo di tale asserzione è, perchè se il lago non ricevesse influsso di acqua veruna, ma solamente ne scaricasse, dovrebbe egli dalla parte dell' incile restare più basso, che negli altri luoghi, per tutto quel tratto, ch' è determinato dall' unione della superficie del lago colla linea del fondo dell' alveo applicato all' emissario, prolungata dalla parte superiore; e però è impossibile da concepirsi, che il restante dell' acqua, supposta orizzontale, non iscorra, benchè con moto lentissimo, ad occupare il luogo lasciato dall' acqua, ch' esce dal lago, e perciò che la di lei superficie non s' inclini verso l' uscita: tanto più adunque vi si inclinerà, se dalla parte opposta sia somministrata nuova copia d' acqua da qualche fiume; e conseguentemente non potrà la superficie d' un lago essere perfettamente orizzontale. Ben è vero, che la differenza sarà insensibile nelle parti di mezzo; ma ne' siti vicini agl' immissarj, ed agl' incili può esser tale, che non

* ANN. XVI. solo con livelli esatti, ma ad occhio libero si manifesti. * Se però *tanto il fondo del fiume influente, quanto quello dell' effluente fossero orizzontali, e situati nel medesimo piano, allora la superficie dell' acqua del lago sarebbe anch' essa affatto orizzontale per la Proposizione I. del lib. V. della misura dell' acque*. Quindi è chiaro, che *l' acque de' laghi, e delle paludi molto più s' accostano ad avere la loro superficie a livello, quanto meno sono inclinati i canali influenti, ed effluenti*: e perchè se il lago fosse angusto, quanto i canali predetti, la superficie dell' acqua continuerebbe sulla cadente dovuta al canale influente, perciò *quanto maggiore è lo spazio, che ha l' acqua per espandersi lateralmente, tanto si rende più esatto il livello del lago*. Ciò si dee intendere, *quando la copia dell' acqua, ch' entra, è eguale a quella, che esce*; poichè se la prima fosse maggiore della seconda, come succede sul principio dell' escrescenze de' fiumi influenti, in tal caso è evidente, che

tutta

tutta l'acqua del lago deve essere declive verso l'emissario, verso il quale anche sono più osservabili le direzioni, ed i moti dell'acqua.

Tutto ciò, che si è detto de' laghi, si deve intendere proporzionalmente ancora delle lagune, e paludi, *nelle quali però tanto è maggiore la differenza del livello*, *quanto che l'erbe*, che in queste nascono, *servono molto a sostenere l'acqua più alta in un luogo*, *che in un altro*; e perciò si vedono spesse volte calare l'acque dalle paludi considerabilmente vicino agli sbocchi, e ne' siti più lontani appena essere sensibile l'abbassamento. Pertanto sì queste, che i laghi producono l'effetto dimostrato nel fine *del Cap. VI.*, cioè di rimediare al difetto delle cadute; poichè egli è certo, che interrendosi un luogo, dovrebbe il fiume, che dentro vi s'incavasse, avere per lo tratto di esso molto più di caduta, di quello che abbiano le acque del lago; il che opererebbe, che il fiume influente si elevasse di fondo, e formontando le proprie ripe, si portasse ad inondare il paese all'intorno, o formando un altro lago, o elevandolo colle alluvioni, fino ad incassarsi dentro di esse; e ciò continuerebbe a farsi, sicchè coll'altezza del proprio letto avesse acquistata quella pendenza, che gli è dovuta, oltre le altre circostanze, dalla lunghezza del viaggio.

Ha un non so che di simile all'ingresso d'un fiume in un lago il passaggio dell'acqua corrente da una sezione angusta ad un'altra più ampia, essendo che *gli alvei dilatati possono* ottimamente *paragonarsi ad un picciolo laghetto*, dentro il quale sbocchi l'acqua da una sezione più angusta, che in tal caso ha ragione d'immissario; siccome la susseguente pure angusta di emissario. Quindi egli è facile di dedurre le cause delle apparenze diverse, che si osservano nell'uno, e nell'altro sito; poichè se si vedrà, che dove *i fiumi* sono soverchiamente larghi, ivi l'acqua non corra, o abbia il moto più lento, se vicino alle ripe si troverà l'acqua quasi essere stagnante, o pure correre con moto vorticoso all'indietro, radendo le ripe medesime; dal che dipende principalmente la conservazione delle sezioni più larghe; se ne' siti medesimi la cadente del pelo d'acqua sarà meno declive di quello sia dove l'alveo è di larghezza uniforme, e proporzionata; ed al contrario se nelle se-

zioni più ſtrette l' acqua del fiume ſi vedrà tutta correre con maggiore pendìo di ſuperficie ec; facil coſa ſarà applicare le ragioni ſopraddette, per iſpiegare queſte, ed altre ſimili apparenze; poichè *il lago altro non è, che un fonte, o fiume dilatato, ed il fiume non è, che un lago riſtretto*.

Sono *gli alvei de' fiumi quaſi ſempre più larghi di quello, che richiede il biſogno dell' acqua, che portano;* e perciò molte volte ſopportano, che loro ſia riſtretto l' alveo conſiderabilmente, ſenza veruna alterazione del loro pelo; il che non accadrebbe, ſe le larghezze foſſero vive; anzi col tenere riſtretti gli alvei de' fiumi s' impediſcono quei moti ſregolati, che ſono come la luſſuria de' fiumi medeſimi, e che apportano danno conſiderabile alle ſponde per la deviazione, che fa l' acqua dalla direzione del ſuo filone; e perciò non è meraviglia, ſe i fiumi grandi, ſenza veruna maggiore dilatazione, ſono molte volte capaci di ricevere nel proprio ſeno l' influſſo di nuove acque; poichè rendendoſi in tal caſo l' acqua proporzionata alla grandezza dell' alveo, viene eſſa ad eſſere tutta mantenuta in officio, ed obbligata a conſervare la ſua direzione al lungo dell' alveo, ſenz' alcuno laterale ſvagamento; ed è ben facile di concepire, che *l' acqua ſtagnante, o corrente vorticoſamente all' insù non contribuiſce coſa alcuna allo ſcarico del fiume*, e che queſta parte dell' alveo, per altro inutile, può beniſſimo dar luogo, quando vi ſia una forza maggiore, al corſo di nuova acqua; e perciò è ſtato veduto il ramo del Po di Venezia aſſorbire da sè ſolo tutta l' acqua del ramo di Ferrara, e di Panaro, ſenza che perciò ſi abbia avuta la neceſſità di ritirare gli argini verſo la campagna, o ſiaſi veduto maggiormente dilatarſi l' alveo.

Appartengono a queſto capo gli effetti, che procedono dall' unione di due fiumi inſieme, e dagli sbocchi nel mare; ma perchè abbiamo determinato trattare tutto ciò più particolarmente, richiedendo la materia ſpeziale conſiderazione; pertanto paſſeremo a diſcorrerne ne' due ſeguenti Capitoli.

CA-

# CAPITOLO OTTAVO.

## *Dello sbocco d'un fiume in un altro, o nel mare.*

NOn si trova alcuna particolarità nella materia, che abbiamo fra le mani, la quale sia, per se medesima, quanto più evidente, tanto più controversa, e meno intesa dello sbocco de' fiumi. Io ho sentito in diverse congiunture pronunziare sopra di questo fatto asserzioni così strane, che prima avrei credute impossibili da cadere nella mente degli uomini; e quello, ch'è più, ho osservato, che hanno maggiore facilità a prendere sbaglj in questo particolare le persone mediocremente versate, che le affatto idiote; poiche le prime sul fondamento di alcune regole o ignote, o non avvertite dal volgo, e credute universali, quando in realtà patiscono molte eccezioni, ne deducono in varj casi conseguenze falsissime. Una di queste è, che l'acqua non possa correre, se non ha caduta al suo termine, ed è assioma così universale appresso di quelli, i quali si chiamano Periti, che non dubitano punto di dedurne, che un fiume non possa sboccare o nel mare, se questo si trovi gonfio, o in altro fiume, durante la di lui piena; e che i fiumi influenti debbano scaricare l'acqua propria tutta sopra il pelo del recipiente, con altre simili asserzioni erronee, e perniciose, le quali conducono a spese inutili, a proposizioni dannose; e molte volte divertiscono l'animo di chi le promuove da quelle, che riuscirebbero più salutari.

Entrano i fiumi influenti, non v'ha dubbio, nel mare, nè qualunque forza di esso è bastante a rispingere un fiumicello, quantunque picciolo, purchè egli sia provveduto di sponde sufficienti, come più abbasso si dirà; posciachè come può mai immaginarsi, che un fiume perenne, se fosse impedito del tutto il di lui corso, non si elevasse quasi istantaneamente ad altezze enormi per l'abbondanza dell'acqua sopravveniente, uscendo con ciò dal proprio letto, ed inondando le campa-

gne? Il che se bene qualche volta succede, ciò però non nasce, perchè il fiume non sia valevole col tempo ad acquistar forza da superare il contrasto, che fa il mare al suo ingresso, ma perchè o non ha, o non si mantiene le sponde all'altezza necessaria; e perciò de' fiumi stabiliti di alveo non si può con verità asserire, che il mare impedisca loro affatto lo scarico. Similmente s'egli è vero, che i fiumi s'ingrossino per l'unione d'altri fiumi, chi potrà sanamente sostenere, che un fiume reale nella sua piena proibisca l'ingresso ad un influente, e che questo sia perciò obbligato a ritenere le sue acque nel proprio alveo fino allo sgonfiamento dell'altro? Procureremo noi dunque di spiegare il modo, col quale ciò succeda; il che faremo nella seguente Proposizione.

## PROPOSIZIONE I.

*Spiegare il modo, col quale i fiumi entrano in altre acque o correnti, o stagnanti.*

Per ben intendere ciò, è necessario ridursi alla memoria due Proposizioni di eterna verità, la prima delle quali è, che *quando un fiume corre, e la di lui superficie non si alza, nè si abbassa di livello, allora per tutte le di lui sezioni passano delle quantità d'acqua precisamente eguali*: ciò è vero in astratto, in concreto, ed in tutte le circostanze, e condizioni possibili; dal che ne nasce, che *ogni volta che la superficie dell'acqua d'un fiume perenne, ed influente è resa stabile, allora esce dal di lui sbocco, ed entra nel recipiente quella copia d'acqua*, nè più, nè meno, *che è somministrata dalle parti superiori del fiume*. Ma *se la superficie predetta si anderà abbassando, sarà scaricata dallo sbocco acqua in copia maggiore, che non è quella, che viene di sopra*; e finalmente *se la predetta superficie si eleva, più acqua viene dal fiume di quella sia vomitata dallo sbocco*. Questi sono tre segni infallibili della qualità degl'impedimenti, apportati dall'acqua del recipiente al corso dell'influente; perchè se in un fiume, che porti sempre eguale quantità di acqua, si vedrà la superficie di esso allo sbocco elevarsi, segno sarà, che il recipiente impedisce lo scarico al fiume;

men-

mentre l' acqua trattenuta è quella, che aumenta l' altezza; ed al contrario abbassandosi la superficie del fiume allo sbocco, sarà indizio dello sminuirsi che saranno gl' impedimenti opposti dal recipiente allo scarico, portandosi ad uscire dalla foce del fiume non solo la quantità dell' acqua corrente, somministrata dalle parti superiori, ma in oltre tutta quella, che prima era stata trattenuta dal ristagno.

Quando l' acqua cresce per gli ostacoli trovati alla foce, non seguita però ella ad elevarsi all' infinito; ma arrivata ad un certo termine, stabilisce la propria superficie: segno, che allora è eguale lo scarico all' influsso; quindi è, che se le ripe del fiume non saranno tant' alte, quanto si richiede per sostenere la superficie dell' acqua a quell' altezza, che è determinata dalla natura per lo scarico di tutto il fiume influente, sarà necessario, che l' acqua di esso, sormontandole, si sparga lateralmente a cercare altra strada, o accesso più facile al suo termine, o pure alcun seno, dove contenersi, ed equilibrarsi.

Da qual principio sia desunta dalla natura la determinazione dell' altezza necessaria all' intero scarico del fiume, si raccoglie dall' altra Proposizione, che dee rammemorarsi: cioè che *ne' fiumi, de' quali le sezioni tutte scaricano egual copia d' acqua in un dato tempo, le velocità medie devono sempre essere reciproche all' aree delle sezioni*; perciò passando, come si è detto di sopra, per la foce altrettant' acqua, quanta si trasfonde da una delle sezioni superiori, forza è, che la velocità media dello sbocco stia alla velocità media della sezione superiore, come l' area di questa all' area dello sbocco; e perchè l' area delle sezioni, e dello sbocco è composta d' altezza, e di larghezza, se la larghezza sarà inalterabile, sarà altresì necessario, che l' altezza dello sbocco si accresca di tanto, quanto importa la diminuzione della velocità media di esso, considerando l' alterazione, che si fa nella velocità all' alzarsi della sezione.

Per più chiara intelligenza di ciò, si dee avvertire, che *un fiume, il quale entri in un altro, può entrarvi in tre maniere*, (1.) *o cadendo dall' alto*, come nelle cateratte; e ciò succede, quando il fondo del fiume influente è più alto del pelo del recipiente; o pure (2.) *spianando*

*nando la sua superficie su quella dell' altro*, in maniera che la larghezza superiore dello sbocco, che sta distesa trasversalmente sulla superficie dell' acqua, sia come la comune sezione di due piani, l' uno de' quali sia la superficie dell' influente, l' altro quella del recipiente: e ciò accade, quando il fondo dell' influente è basso sotto il pelo del recipiente almeno quanto basta a formare la predetta proporzione reciproca; o finalmente (3.) *quando la superficie dell' acqua dell' influente fa qualche notabile discesa, per introdursi nel recipiente, senza però che tutta l' acqua vi cada*: e quest' effetto nasce dal fondo dell' influente, più basso del pelo del recipiente, ma non quanto basta per dare lo scarico a tutta l' acqua propria per la sezione, compresa tra la linea trasversale della larghezza del fondo dello sbocco, ed il pelo dell' acqua del recipiente.

Nel primo caso, quando cioè il fondo dell' influente è più alto del pelo del recipiente, non v' è chi possa dubitare, farsi uno scarico libero, ed in niuna maniera impedito dall' acqua del recipiente; anzi piuttosto, cessando nella caduta gl' impedimenti del fondo, e delle sponde, nel principio di essa l' acqua scorre più veloce, e si assottiglia; e conseguentemente resistendo meno all' acqua, che immediatamente la seguita, questa anch' essa si rende più veloce, e così gradatamente per qualche spazio all' insù, finchè non risentendosi più la felicità dello sbocco, l' acqua corre con quella velocità, che le attribuiscono le cause di essa, e che le viene permessa dalla qualità degl' impedimenti; quindi è, che *i fiumi, vicino a' loro sbocchi di tal natura, si diminuiscono di corpo, e formano la loro superficie sempre più inclinata all' orizzonte, disponendola nelle cadute libere secondo il tipo d' una linea curva*: e quì si dee applicare tutto ciò, che abbiamo detto *nel Capitolo antecedente*, parlando delle cateratte.

Ma perchè *i fiumi, che hanno il fondo capace di corrosione, non sopportano simili cadute*, mantenute ne' luoghi, dove si trovano, o dall' arte, o dalla resistenza insuperabile del fondo, perchè a causa della gran violenza escavandosi il fondo, viene finalmente a profondarsi; perciò * si fa luogo al secondo caso, che in fatti è il più frequente, osservandosi, che *i fiumi influenti si spianano sulla superficie de' recipienti*,

* ANNOT. I.

*ti, s' elevano, e s' abbassano di pelo con essi*, e si mantengono il fondo tanto basso, che possa dar esito alle loro massime piene sotto la superficie più bassa del recipiente; e perciò *i fiumi temporanei non solo s' uniscono colle superficie dell' acqua, ma ancora co' fondi de' proprj letti*, come pure fanno per la ragione medesima i fiumi confluenti perenni, se portano eguali quantità di acqua.

*Ne' fiumi* adunque *temporanei*, che s' uniscono insieme, *se uno verrà colla sua piena trovando l' altro in istato di siccità*, non succederà altro effetto, che quello, che farebbe un fiume, il quale da un alveo più angusto passasse ad uno più dilatato; solamente *rigurgiterà l' acqua dell' influente all' insù per l' alveo dell' altro* fino a quel segno, che sta a livello coll' altezza della piena nell' alveo comune; ma *se il fiume recipiente sarà perenne, non si dee dubitare, che l' altezza dell' acqua di esso non faccia qualche impedimento*, e contrasto a quella, che influisce: ciò rendesi manifesto dal considerare, che cessando l' acqua influente, quella del recipiente rigurgiterebbe, come in tal caso di fatto rigurgita per l' alveo dell' influente; e perciò quella forza medesima, che può spingere l' acqua del recipiente all' insù, s' oppone all' ingresso dell' influente. Può questa considerarsi in due maniere: cioè (1.) *o come * il solo momento della pressione dell' acqua*; e questa, siccome non può spingere il rigurgito, che sin dove arriva l' orizzontale della superficie dello sbocco, così non può estendere maggiormente gli effetti dell' impedimento, che apporta all' influente; * *oppure (2.) vi si aggiunge l' impeto acquistato per la caduta, o per qualche altra forza esterna*; e questo, se non si rifrange dagl' impedimenti dell' alveo influente, come per lo più succede, è potente a far avanzare il rigurgito ec. qualche cosa di più, di quello che porta la forza del solo equilibrio.

* ANNOT. II.

* ANNOT. III.

Co' mezzi medesimi può operare l' acqua del fiume influente, affine di superare il contrasto del recipiente, poichè ella può fare lo sforzo alla foce o per solo momento di pressione, o per quello dell' impeto preconceputo per lo solo momento di pressione, trovandosi l' acqua tanto dell' uno, quanto dell' altro all' altezza medesima; tanto contrasta l' acqua, che impedisce lo sbocco, quanto fa forza quella, che tenta di acquistare

lo

lo scarico; e perciò essendo equilibrate le forze per questo capo, resta, che la prevalenza del fiume, che esce dallo sbocco, si desuma dall'impeto. Può questo nascere o in tutto, o in parte (1) dalla discesa, la quale avendo cominciato a rendere veloce l'acqua assai più sopra allo sbocco, non può di meno di non essere maggiore, e di non superare il momento della sola pressione dell'acqua recipiente. (2) * Può nascere il medesimo impeto dalla sola pressione; ma perchè l'impeto è accompagnato da una velocità attuale con una determinata direzione, ed il conato della pressione non è, che una velocità potenziale, senza alcuna vera determinazione, ma bensì indifferente a riceverle tutte; ne segue, che l'impeto dell'acqua dell'influente prevalerà alla sola pressione; e perciò scacciando dallo sbocco l'acqua del recipiente, entrerà nell'alveo di questo, e prenderà i di lui moti, e direzioni.

* ANNOT. IV.

* ANNOT. V. *Tav. 9. Fig. 47.*

* Sia per maggiore chiarezza A C l'altezza dell'acqua del fiume influente, e sia il punto A la superficie dell'acqua nello sbocco: certa cosa è per le cose dette di sopra, che se il fiume correrà per velocità acquistata nella discesa per l'alveo inclinato, le velocità della perpendicolare A C termineranno al segmento parabolico B H D, dimodochè la figura A B D C sarà il complesso, o somma delle velocità di detta perpendicolare. Inoltre, se ci immagineremo, che operino dalla parte opposta i conati soli della pressione del fiume recipiente, essendo questi tra loro in proporzione delle altezze, saranno le loro impressioni contenute nel triangolo C A D, il quale detratto dal segmento parabolico, resterà il triangolo misto A B H D, che misurerà l'eccesso delle velocità sopra l'energia de' conati; e perciò essendo questi superati da quelle, potrà il fiume influente entrare nel recipiente. Similmente, posto che il fiume influente corresse colla sua velocità dovuta all'altezza del corpo d'acqua, essendo che tali velocità occupano la figura di una parabola, come C A D B, e le impressioni del conato quella del triangolo C A B, le velocità dell'influente supereranno anche in questo caso le impressioni de' conati, che fa l'acqua del recipiente, di quanto importa la figura A B D; con questa avvertenza però, che dette figure residue non danno alcuna cosa di assoluto, per non potersi determinare la pro-

*Tav. 9. Fig. 48.*

por-

porzione della forza della velocità massima alla forza del conato massimo, nella medesima maniera, che non è paragonabile la forza della percossa a quella della semplice gravità, essendo però certo nell'uno, e nell'altro caso, che maggiore è la forza di un grave mosso, di quella, che avrebbe il medesimo trovandosi nel semplice conato al moto; il che nel nostro caso vuol dire, che la base della parabola C A B, o del segmento C A B D dovrà sempre essere maggiore della base del triangolo C A D, o C A B; dal che ne nasce la prevalenza delle velocità sopra de' semplici conati.

*Non è* dunque *possibile, che un fiume influente, il quale abbia lo sbocco a seconda del corso del recipiente, o che entri in un' acqua stagnante, sia rigettato da essa*, anzi piuttosto, a misura dell'impeto, che avrà nell' ingresso, farà mutare, o prendere qualche direzione all'acqua, dentro della quale esso si scarica; come abbiamo detto dover succedere a' laghi ec. *nel Capitolo antecedente*. * Non v'ha dubbio però, che *se l' acqua del fiume recipiente crescerà, restando invariata quella dell' influente*, non *possano crescere i conati della prima tanto da pareggiare, o superare le velocità della seconda;* ma in tal caso, ritenuta l' acqua nell' alveo dell' influente, s' alzerà ben presto di corpo in soccorso delle velocità ritardate, che però mai non potrà rimettere allo stato di prima, perchè accresciuta la sezione per l' alzamento dell' acqua allo sbocco, l' impeto preconceputo si spargerà per essa, e perciò resterà in ogni parte minore. Che se l' acqua del recipiente crescerà con più celerità di quello possa elevarsi l' acqua dell' influente, come succede, quando questo è assai magro, allora l' acqua dell' altro non solo sul principio le impedirà l' ingresso, ma ancora entrerà nel di lui alveo, e concorreranno a farlo elevare di pelo non solo l' acqua trattenuta, ma la rigurgitata; e fatto che sia l' alzamento a un di presso fino al livello della piena del recipiente, resterà l' acqua quasi senza moto apparente, e farà l' effetto di un lago, che riceva dalla parte superiore l' afflusso continuo di poc' acqua; onde siccome ne' laghi l' acqua esce dall' emissario, così anche in questo caso è necessario, che l' acqua esca per la foce del fiume, che ha ragione di un emissario eguale, se non maggiore del lago medesimo. La ragione di

* ANN. VI.

ciò si è, perchè sebbene l'acqua rigurgitata sembra stagnante, non è però priva affatto di moto, tuttochè inosservabile, a cagione del quale viene spinta a scaricarsi; e la causa efficiente di ciò non è altro, che quella picciola elevazione di acqua, che fa l'inclinazione alla superficie del rigurgito, e che la rende qualche poco più alta nelle parti superiori, che allo sbocco, ed in conseguenza atta a generare maggiore velocità, di quello che possa il conato dell'acqua recipiente; e sebbene in casi simili la predetta differenza di altezza è impercettibile ad ogni senso, è però benissimo attesa dalla natura, che non l'addimanda maggiore di quella, che basta per dare quella minima velocità, che è sufficiente a far scaricare per una sezione ampissima ( quale in tal caso è la foce del fiume ) una picciolissima quantità di acqua. Se poi l'acqua del fiume recipiente esercitasse contro lo sbocco non solo il conato, ma anche il moto attuale con qualche velocità, e direzione o retta, o obbliquamente a lui contraria; in tal caso o la velocità dell'influente sarà maggiore, o no: se sarà maggiore, è certo, che rispingerà, e rivolterà ad altra parte la direzione del recipiente, e con ciò si farà luogo all'uscita; ma essendo minore, converrà, che si elevi di superficie molto più che nel caso antecedente, per imprimere alle parti inferiori dell'acqua tanto di sforzo, quanto può bastare a superare la velocità, e direzione contraria; il che finalmente dee succedere col successivo alzamento di superficie, che tanto durerà a farsi maggiore, quanto lo sforzo dell'influente continuerà a non essere maggiore di quello del recipiente, cioè a dire fin che detto alzamento possa imprimere ad ogni sezione tali gradi di velocità, da' quali astraendone un medio, sia esso ad un simile, dentro di una sezione non impedita dal rigurgito, in proporzione reciproca delle sezioni medesime.

Di quì si può comprendere ciò, che operino alle foci de' fiumi i flussi, e le borasche del mare, e l'alzamento, che cagionano all' *acque de' fiumi* medesimi, i quali *se avranno le sponde così alte, che siano sufficienti a sostenere l'acqua a quell' altezza, ch'è necessaria per ispingersi al mare*, al sicuro *sforzeranno qual si sia impeto dell' onde*. E' ben anche evidente, che le sezioni degli sbocchi, e tutte quelle, che

resta-

restano impedite da' rigurgiti, devono acquistare tanto maggiore ampiezza ( siasi in larghezza, o profondità ) quanto viene indebolita la loro velocità; e perciò i fiumi reali si conservano le foci così aperte, che alle volte fanno l'ufficio di porti a' vascelli di alto bordo, quando la spiaggia del mare permetta loro di accostarvisi: questa è anche la ragione, per la quale molti fiumi richiedono più foci, alcuna delle quali alle volte si ottura, cioè la più impedita, o la meno veloce; nel qual caso o l'acqua si volta per gli altri sbocchi, ne' quali sono minori gl'impedimenti, e per conseguenza il corso è più vigoroso, oppure se n'apre un nuovo più facile, e più spedito.

E' da notare nel particolare delle foci de' fiumi al mare, che tanto i flussi, quanto i riflussi fanno diversi effetti considerabili, i quali ponno essere altrettanti Corollarj, dedotti dalle cose dette di sopra, per ispiegazione del modo, col quale i fiumi entrano in altri fiumi; il che ec.

### COROLLARIO I.

*Durante il flusso, o marea alta, la velocità media delle acque del fiume si sminuisce*, e perciò dà luogo alla deposizione delle torbide nel fondo dell'alveo; ma sopravvenendo il riflusso, o marea bassa, perchè levandosi l'ostacolo alla foce, l'acqua trattenuta in maggior altezza di quella, che conviene alla sua quantità, acquista considerabile velocità; perciò tutta la materia deposta, di nuovo s'incorpora all'acqua, e viene portata nel mare.

### COROLLARIO II.

E perchè l'impedimento, che fa un fiume all'ingresso di un altro, è equiparabile al flusso marino, e maggiormente, quando rigurgita nell'alveo di esso; perciò *il medesimo effetto succede anco agli sbocchi de' fiumi in altri fiumi*, interrendosi gli alvei degl'influenti, durante il ristagno, o rigurgito, e di nuovo escavandosi al cessare de' medesimi: tutto ciò dunque, che si dirà più abbasso circa le foci al mare, si dee proporzionabilmente intendere degli sbocchi ne' fiumi.

## COROLLARIO III.

Perchè il fiume dee poter entrare nel mare nella di lui maggior bassezza anco colle sue massime piene, incontrandosi frequentemente, che entrino fiumi pienissimi nel mare bassissimo di superficie; perciò egli *è necessario, che computata la larghezza della foce, acquisti nel resto in profondità una sezione proporzionata al corpo della massima piena; e tale profondità dee regolarsi sotto il pelo più basso del mare;* dal che ne nasce poi, che *alcuni fiumi non molto abbondanti d'acqua, i quali sboccano in mare*, di tal sorte, che ne' loro flussi *si alzino venticinque, o trenta piedi, fanno una gran mostra di loro medesimi*, e si rendono navigabili in tempo del flusso da qualsivoglia legno per tutta quella lunghezza, che risente la marea.

## COROLLARIO IV.

Incontrandosi di venire i fiumi pienissimi in tempo delle borasche maggiori, che vuol dire in tempo, nel quale hanno luogo i più grandi impedimenti, che possano succedere alle loro foci, sono stati avvertiti gli uomini dell'altezza delle sponde, che si richiede per provvedere alle espansioni laterali; e perciò, occorrendo, vi hanno fatti argini di altezza sufficiente a contenere l'acqua in quello stato, che, come si è detto di sopra, è quello, che cagiona lo scarico intero del fiume per la sua foce; quindi è, che *cessando la borasca, o calando la marea in tempo, che anco duri l'altezza del fiume, si scarica nel mare copia d'acqua maggiore di quella sia somministrata dalla fiumara;* * e perciò dal punto, nel quale i fiumi sono alterati dalle agitazioni, o ristagni del mare, *il fondo degli alvei si rende meno declive, e la declività va sempre scemando, quanto più s'accosta alla foce.* Che *se il fiume per se medesimo avrà tanta copia d'acqua da mantenersi il fondo orizzontale*, in tal caso *si profonderà maggiormente*, e tanto per appunto, quanto s'egli portasse di acqua propria tutta quell'abbondanza, che gli viene aggiunta, o ristagnata dentro l'alveo per lo gonfiamento del mare: e questo è ciò, che vogliono inferire gli Architetti dell'acque, quando dicono,

* ANN. VII.

no, che *i flussi, e riflussi del mare mantengono espurgati gli alvei de' fiumi per tutto quel tratto, al quale essi arrivano.*

## COROLLARIO V.

Ne' fiumi, che hanno lo sbocco aperto al mare, se l'acqua di essi non s'altera di sostanza, o di sapore dentro l'alveo proprio per quel tratto, che consente col mare, segno è essere ella copiosa, almeno in proporzione del contrasto, che le fa il mare; e ciò maggiormente, se un fiume, come si narra di molti, porterà le sue acque per buono spazio dentro la marina; il che si conosce dal sapore, dal colore, ed anche in parte dalla direzione del moto dell'acqua; ma se la medesima cangia di natura col partecipare o la salsedine, o altra qualità dell'acqua marina, allora è indizio, che l'acqua propria del fiume è poca, o che i contrasti del mare sono violenti o per l'alzamento, o per l'impeto de' venti; e tanto più, quanto a maggior segno s'avanza la salsedine.

## COROLLARIO VI.

Perciò *in que' fiumi, che hanno poc'acqua, si vede correre quella del mare al contrario di quella del fiume nel tempo del flusso, e nel riflusso si osserva correre l'una, e l'altra verso il mare;* e perchè questo corso richiede qualche tempo, perciò si dà il caso, che il ritorno dell'acqua del fiume verso la marina non cominci precisamente sul punto del riflusso, ma ora qualche poco dopo, ora qualche poco prima, accordandosi i tempi di questi riflussi allora solo, quando l'acqua del mare rigurgitata s'eguaglia a un dipresso all'acqua trattenuta del fiume; ed in questo caso il pelo della medesima sarà orizzontale; ma negli altri due casi sarà inclinato al contrario del fiume, e solo sarà orizzontale nel momento del riflusso.

## COROLLARIO VII.

*L'ingresso de' fiumi nel mare si fa a mezz'onda*, che vale a dire, che la superficie dell'acqua non viene regolata nè dalla parte superiore dell'onda, spinta contro lo sbocco (sia ella o di moto ordinario, oppu-

re

re borascoso ) nè dal basso dell'onda medesima, ma bensì dal punto di mezzo, tra il maggior alzamento, e l'abbassamento dell'acqua ondeggiante; e la ragione è fondata sulla velocità del bilanciamento dell'acqua, la quale non permette, che il pelo del fiume si elevi alla sommità dell'onda, nè si abbassi alla di lei maggiore concavità; e perciò viene ad equilibrarsi con questi contrarj conati in un sito di mezzo.

## PROPOSIZIONE II.

*L'alzamento delle piene vicino agli sbocchi de' fiumi riesce sempre minore, che nelle parti più lontane.*

Ciò è stato osservato da diversi, e principalmente dal P. Castelli; ed è vero, quando il fiume cresce per nuova acqua sopravveniente: anzi si osserva, che negli sbocchi medesimi l'acqua ordinariamente non si eleva, che tanto, quanto il corpo dell'influente fa elevare il pelo del recipiente; cioè a dire, rispetto al mare, insensibilmente; e la ragione di ciò è, che entrando i fiumi, per esempio, nel mare, hanno, per quello, che si è detto di sopra, tutto il loro ingresso al di sotto della di lui superficie, proporzionandosi lo sbocco in largo, ed in profondo; e per-
* ANN. VIII. ciò * la cadente del pelo d'acqua del fiume influente, non variandosi la superficie del mare, tende sempre al termine medesimo; e però è necessario, che ella sia più inclinata verso lo sbocco in tempo di piena, che in acqua bassa; e perchè due linee diversamente inclinate all'orizzontale, e concorrenti in un punto medesimo, tanto più si scostano l'una dall'altra, quanto più si allontanano dal punto dell'unione; perciò necessariamente le piene devono fare, lontano dallo sbocco, maggiore alzamento, che vicino al medesimo; il che ec.

Per ispiegare da quale cagione dipenda la diversa inclinazione dell'acqua bassa, e dell'alta, si dee rammemorare ciò, che abbiamo detto nel *Capitolo precedente*, trovarsi cioè delle sezioni morte, nelle quali l'acqua o non corre, o corre lentamente, più di quello esiga la propria altezza, e che per conseguenza sono molto maggiori del bisogno: tali tra l'altre sono quelle de' fiumi ne' siti, che risentono i rigurgiti, cioè le vicine agli sbocchi; quindi è, che sopravvenendo la piena, basta che

l'ac-

l'acqua ſtagnante, o moſſa lentamente acquiſti velocità maggiore verſo lo sbocco; il che ſi ottiene con ogni poco d'altezza, che ſi aggiunga alla primiera, atteſa la grandezza ſoprabbondante della ſezione, e la facilità, che ha l'acqua ſul principio del moto di creſcere in velocità molto maggiore di quella, che ha, affetta che ſia di velocità conſiderabile; il che non trovandoſi nelle ſezioni ſuperiori lontane dal rigurgito, che ſono o proporzionate ſolamente al biſogno, o poco maggiori, ſi ricerca in eſſe maggiore accreſcimento di velocità in ciaſcheduna parte di acqua, e per conſeguenza maggiore altezza di corpo, anche a riguardo della maggiore velocità precedente, come ſi fa manifeſto dal conſiderare la natura della parabola, primaria regolatrice delle velocità.

## COROLLARIO I.

Quindi è, che *i fiumi, i quali ſono aſſai declivi di fondo*, e che perciò non ſentono gl'impedimenti del rigurgito molto lontano dallo sbocco, anche *in poco ſpazio fanno vedere queſt' effetto*; ma per lo contrario *i fiumi reali*, che camminano con poca pendenza, e perciò ſono ſoggetti per più lungo ſpazio al rigurgito, *godono di queſta proprietà in maggiore diſtanza dal mare*, la quale però mai non ſi manifeſta ſenſibilmente, che poco più oltre al ſito, dove arriva la forza del rigurgito medeſimo.

## COROLLARIO II.

Da queſto principio anche dipende la cauſa di un'apparenza aſſai ſorprendente, la quale rendeſi impercettibile a molti, ed è, che trovandoſi un fiume influente con poca acqua propria, ma con un grande rigurgito del recipiente, che laſci poco di vivo agli argini, o ſponde del primo, ſembra a molti, che venendo una piena a queſto, dovrebbe ſormontare le proprie ſponde, parendo loro inveriſimile, che pochi piedi, e talora poche oncie di ripa, che ſopravanzano al pelo del rigurgito, poſſano eſſere ſufficienti a contenere una piena, che ſopravvenga; eppure quando ſono ſucceduti di tali caſi, ſi è veduto, che la piena non ha ſormontate le ſponde, e ſi è elevata pochiſſimo ſopra la ſuperficie del rigur-

gurgito predetto; ma nell'isteſſo tempo ſi è oſſervato, che tutta acqua, che prima pareva immobile, ha cominciato a muoverſi verſo lo sbocco.

## Corollario III.

Dal detto in queſto propoſito ne naſce ciò, che nota il P. Caſtelli, cioè che dall'oſſervazione di poche oncie di altezza fatta da una piena di un fiume vicino allo sbocco, ſi può dedurre l'elevazione di molti piedi d'acqua nelle parti ſuperiori; * ma non è già conforme alla verità ciò, ch'egli avverte al Corollario 14., che i fiumi vicino al mare creſcano di velocità, ſe non in quanto la vicinanza dello sfogo libero può contribuire a renderli più veloci, o almeno a non impedire il loro corſo tanto, quanto in parità di circoſtanze ſi fa più lontano.

* ANNOT. IX.

## PROPOSIZIONE III.

* ANNOT. X.

* *Se l'alzamento dell'acque di un fiume allo sbocco ſi farà per cagione di qualche impedimento oppoſto, e ritardante il corſo di eſſo, e particolarmente per lo riſtagno del mare, o per rigurgito della piena di qualche fiume recipiente; in tal caſo l'acqua ſi eleverà più vicino allo sbocco, che nelle parti ſuperiori.*

Ciò è manifeſto dover ſuccedere, perchè eſſendo la ſuperficie del fiume influente inclinata verſo lo sbocco, viene ella ad eſſere interſecata nelle parti ſuperiori dalla linea del pelo del rigurgito. Lo ſteſſo ſuccede, ma con minore divario, nel riſtringimento degli sbocchi, che obbliga l'acqua influente in quel ſito ad alzarſi di pelo, perchè a cauſa del riſtringimento accennato reſtando tutte le ſezioni ſuperiori colle loro larghezze morte, cioè con acque alle ſponde ſtagnanti, o per tutto ritardate, ſuccede quaſi lo ſteſſo, che ſe tutto il fiume s'andaſſe riſtringendo; onde, ſiccome in queſto caſo l'acqua s'alzerebbe più nelle ſezioni riſtrette, che nelle più ampie, le quali non aveſſero alcuna conneſſione, o dipendenza dalle prime; così nell'isteſſa maniera, nel caſo del ſolo riſtringimento dello sbocco, l'acqua ſi eleverà per lungo tratto; ma finalmente nelle ſezioni ſuperiori non patirà alcuna elevazione, e nel-

nelle inferiori sempre più, quanto esse saranno maggiormente vicine allo sbocco; il che ec.

Di quì si conosce la ragione, per la quale *la piena di un fiume, entrando in una palude, o lago scarso di acqua, v'entra con maggiore velocità, e con minore altezza di corpo, di quello faccia trovando la predetta palude, o lago in colmo; benchè la quantità della piena si supponga nell'uno, e nell'altro caso la medesima.* Posciachè nel primo supposto non trovando la piena tanta resistenza nell'acqua del recipiente, non sono le di lei sezioni inferiori tanto ritardate; e perciò l'acqua vi entra con maggiore velocità, e per conseguenza con minore altezza di corpo; ma nel secondo caso essendo il recipiente colmo d'acqua, accresce le resistenze all'influente, il cui corpo è necessario si alzi a proporzione della velocità maggiormente perduta, colla regola addotta nella Proposizione prima.

Ciò, che sia per succedere nel terzo caso, addotto sul principio di questo Capitolo, cioè quando il fiume influente ha il fondo dello sbocco più basso della superficie del recipiente, ma non quanto basta per dar luogo a tutta l'acqua corrente per esso, è facile a dedursi dal detto fin ora nell'esame degli altri due casi; e però in questo proposito si ponno proporre i seguenti Corollarj.

## COROLLARIO I.

Poichè apparisce assai chiaramente, che *la superficie dell'influente non si spianerà su quella del recipiente, ma sarà sostentata nelle parti superiori, e formerà allo sbocco un gonfiamento inclinato alla parte dell'influsso*, che con tale caduta agirà contro le sponde, tentando di allargarle colla corrosione; il che non potendo succedere, come per esempio, se le sponde fossero di sasso, conserverassi detto gonfiamento nello stato di prima; ma allargandosi lo sbocco, anche la detta superficie in proporzione s'abbasserà.

## COROLLARIO II.

Ma perchè intanto dee succedere il gonfiamento predetto, in quanto

to *la sezione dello sbocco* resta minore del bisogno; *scemerassi* ella, ed anco *toglierassi affatto, sì per la diminuzione dell' acqua del fiume influente, sì per l' alzamento della medesima nel recipiente*; perchè nell' uno, e nell' altro caso la sezione resta in proporzione accresciuta, ed al contrario *si manifesterà il gonfiamento o coll' accrescersi dell' acqua nell' influente, o col calare nel recipiente;* il che anche succede in alcune caterratte delle minori, che si manifestano in fiume basso, e non sono osservabili nelle piene maggiori.

## COROLLARIO III.

In fatti *detto gonfiamento è una specie di picciola cateratta*, che, secondo la diversità delle circostanze, ora farà una caduta libera, ora una corrente più veloce, ed alle volte, cioè quando il fiume è grosso dalla parte di sotto, non farà effetto osservabile. *Di tal genere sono le mutazioni delle cadenti del fondo de' fiumi da una minore inclinazione ad una maggiore*; poichè nulla impedisce, che l' ultima sezione della cadente meno inclinata, non si consideri per uno sbocco della spezie predetta: *della stessa natura sono le angustie, che fanno i pilastri de' ponti alla sezione del fiume in quel sito*, sotto gli archi de' quali per lo più si vedono l' acque accrescere la forza del corso; poichè non si varia l' effetto, purchè l' acqua o per l' alzamento del fondo, o per la strettezza delle sezioni sia obbligata ad elevarsi di corpo, e non possa mantenere l' altezza acquistata nelle sezioni inferiori.

## COROLLARIO IV.

Egli è anco manifesto, *che l' acqua, la quale gonfia sopra la superficie del recipiente, può godere d' una velocità maggiore di quella del restante della sezione* medesima *allo sbocco*, attesa la mancanza delle resistenze a questa, e non all' altra; siccome è chiaro, che *dirigendosi detta velocità verso il fondo, vi cagionerà qualche gorgo*: effetto assai frequente non solo di questa, ma ancora di altre cause negli sbocchi de' fiumi.

Co-

## COROLLARIO V.

Quindi pure apparisce la causa, per la quale *sebbene ne' tempi de' grandi o rigurgiti, o ristagni si fanno delle deposizioni nel fondo degli alvei, e degli sbocchi de' fiumi, non crescono però esse mai tanto, da impedire lo spianamento delle superficie dell' acqua l' una con l' altra*; poichè, se più crescessero, gonfierebbe il pelo dell' influente sopra quello del recipiente, e succederebbero o gli effetti addotti al *Corollario I.*, o pure di nuovo ( il che sarebbe più facile ) verrebbe, per la forza della corrente maggiore, ad escavarsi il fondo; e perciò si attemperano gli effetti, di maniera che succeda tutta quella alluvione, ch' è possibile a farsi, senza che l' acqua, per soverchio ristringimento della sezione, possa gonfiare.

La direzione delle foci è una delle principali circostanze, necessarie da considerarsi in questa materia, poichè da essa derivano ora buoni, ora pessimi effetti. Quello, che s' accorda alle regole, o alla necessità della natura, si è, che =

## PROPOSIZIONE IV.

Le *foci de' fiumi influenti devono secondare, colla direzione dell' ultimo tronco del loro alveo, il filone del fiume recipiente.*

Sia A B il filone del fiume recipiente, e la direzione di esso da A in B; e supponiamo, che il fiume influente vi porti dentro le sue acque secondo la linea D C perpendicolare alla A B. Perchè dunque i moti, secondo i principj della statica, tanto meno s' impediscono l' un l' altro, quanto minori sono gli angoli, che fanno le linee delle loro direzioni ( di maniera che non può esservi impedimento veruno, quando le linee predette sono paralelle, e tendenti alla stessa parte ), ne segue, che incontrando A C la corrente D C ad angolo retto, s' impediranno vicendevolmente, e perciò la direzione D C non potrà ritenere la primiera linea, e sarà, per così dire, trascinata in D G, nello stesso tempo che il filone G B sarà spinto dalla direzione D C, o D G in G H, facendo l' angolo H G B maggiore, o minore, secondo la *Tav. 10. Fig. 49.*

pro-

proporzione, che ha la velocità di A B a quella di D C; ond'è, che essendo tal proporzione assai grande, come per lo più succede, per essere la velocità del fiume influente pochissima, a riguardo dell' impedimento del riflusso, o ristagno, e quella di A B in niun modo, o pochissimo alterata; necessariamente sarà l'angolo H G B insensibile, e tanto minore, quanto più acuto sarà l'angolo A C D, o A G D: incontrandosi adunque, che in D G vi sia ripa atta a patire corrosione, questa si farà dalla parte di D G, e rallentandosi il moto dell' acqua verso D C, ivi si farà l'alluvione, e lo sbocco si volterà tutto in D G. Ma perchè, sminuendosi l'angolo A G D, si sminuisce anco la forza, che fa la corrente A B contro la D G; e perchè ancora il terreno della ripa bisogna pure, che abbia qualche resistenza all' essere corroso (che supponiamo sia sempre la stessa), perciò, se la potenza di A G contro D G sarà tale da superare la resistenza della ripa, per necessità si farà nuova corrosione fino in D F, ovvero in D E B; ed allora stabilirassi la situazione dello sbocco, quando per l'obbliquità della ripa D E B la forza dell' aderenza delle parti del terreno resterà tale da non cedere all' impressioni del filone A B, rese minori per l'acutezza dell' angolo A B E. E' adunque impossibile, che si mantenga la direzione dello sbocco in D C ad angolo retto colla corrente del filone A B; e per conseguenza è necessario, che si porti in D E B, a seconda di A B; il che ec.

## COROLLARIO I.

*Molto maggiore sarà l' impressione della corrente A B contro la direzione D A, inclinata all' opposto di essa*; perchè non solo, essendo la direzione A B più valida della D A, *la sforzerà a rivoltarsi all' ingiù*, e per conseguenza a rodere la ripa, ma ancora per lo contrasto della D A *si faranno vortici potentissimi* a rovinare le ripe, *e la corrente A B operando contro l' angolo D A B* col continuo battervi, finalmente *lo spunterà, e rivolterà lo sbocco* v. gr. in K C, facendosi l'alluvione dalla parte di K A.

Co-

## Corollario II.

*Tutti i detti effetti succederanno con maggiore facilità, se il filone del fiume recipiente si stringerà contro la ripa, nella quale è aperto lo sbocco*, e più difficilmente, se batterà la parte opposta; ma in tutte le maniere la natura opererà sempre, per rivoltare, o presto, o tardi, lo sbocco a seconda del filone del recipiente.

## Corollario III.

Quindi è manifesto, che *se le sponde del ultimo tronco del fiume influente non potranno essere corrose, nè meno si altererà la situazione dello sbocco*; ma ciò non ostante sempre maggiore sarà lo sforzo dell'acqua dalla parte del corso del recipiente.

## Corollario IV.

*Se l'influente sarà molto veloce, ed il recipiente molto tardo, allora l'ingresso del primo potrà rivoltare il filone del secondo*; e perciò essendo l'influente pieno, ed il fiume recipiente scarso d'acqua, molto più si avanzerà il corso di quello nell'alveo di questo, che se l'uno, e l'altro fossero nelle massime piene; nel qual caso l'acqua dell'influente si manterrà per lungo tratto dalla parte della ripa, nella quale è tagliato lo sbocco, sintantochè i moti sregolati del fiume maggiore, particolarmente nelle curvità delle botte, confondano tutta l'acqua insieme: e ciò in fatti si osserva succedere, quando il fiume influente entra torbido in un recipiente, che porti acqua chiara, o al contrario.

## Corollario V.

Da ciò si manifesta *l'errore di quelli, i quali pretendono, che gli sbocchi de' fiumi influenti cagionino delle curvità, e delle botte nelle sponde opposte de' recipienti*; il che quantunque sia vero, se l'influente porti del sasso, ed il recipiente no, appena può verificarsi, quando l'uno, e l'altro corrono in sabbia; essendosi dimostrato, che la velocità del filone del fiume maggiore molte volte non ha sensibile proporzione con quella del fiume influente allo sbocco. Co-

## COROLLARIO VI.

Se però *ambidue fossero correnti*, *e che venendo la piena dell'influente*, *non venisse quella dell'altro*; in tal caso *si potrebbe temere qualche cosa*, se però la larghezza dell'alveo del recipiente non fosse tale, che potesse ritardare la velocità dell'influsso; quindi è, che in casi simili, particolarmente *essendo le quantità dell'acqua*, *e le velocità eguali*, *quel fiume*, *che prima entra nell'alveo comune*, *mantiene il suo filone a dispetto della corrente di quello*, *che sopravviene*, benchè qualche poco alterato dalla primiera situazione.

## COROLLARIO VII.

*Gli sbocchi de' fiumi nel mare sono pure obbligati a secondare le correntie di esso*, siano queste o perpetue, o cagionate temporaneamente da' venti; quindi è, che i fiumi della Romagna, e del Ferrarese rivoltano gli sbocchi a destra, perchè la correntia dell'Adriatico rade il lido dell'Italia, partendosi da Venezia verso la terra di Bari; ed in altri luoghi i venti borascosi obbligano i fiumi ad aprirsi nuove foci in luoghi coperti, o secondanti la furia di essi. Vero è, che le correntie del mare, se sono lente, non hanno gran forza per cagionare l'effetto predetto; ma pure, quando nulla vi osti, non lasciano di fare quello, che ponno.

## COROLLARIO VIII.

E perchè *nelle foci de' fiumi influenti per lo più si fanno de' vortici*, e per conseguenza *de' gorghi*, *sono frequentemente gli sbocchi di detti fiumi altrettante chiamate al filone del recipiente*, per ispingersi alla parte di essi; contrasta però sempre la forza dell'influente per ribatterlo, almeno tanto da insinuarsi colle sue acque tra 'l filone del recipiente, e la di lui sponda contigua, presso la quale, come si è detto di sopra, durano per qualche spazio a correre separate dalle altre; e *lo stesso si osserva anche negli sbocchi al mare*, quando qualche vento obbliga l'acque di questo a prender corso verso una parte determinata.

Dalla mala ſituazione degli sbocchi ſi vede chiaramente, che devono molte volte ſuccedere effetti dannoſi, i quali mettono in pericolo gli argini, ed alle volte cagionano delle inondazioni; il che dal volgo viene attribuito alla reſiſtenza, che incontra il fiume influente allo sbocco; e perciò meglio ſarebbe, in tal caſo, provvedere il fiume influente di una foce di buona direzione, che d' intraprendere, o oſtinatamente di conſervare la mala ſituazione dello sbocco, o di fare delle diverſioni diſpendioſiſſime, ed alle volte mal inteſe. Tale è il fine della natura nell' aprire che fa molte foci ad un fiume ſolo, benchè rare volte ſi ſerva di tutte per iſcarico dell' acque di eſſo, eleggendo, ſecondo le occaſioni, quella, per la quale è più facile, e più ſpedito lo sfogo; e ciò principalmente ſi oſſerva a' lidi del mare, l' onde del quale, per cauſa de' venti, ora ſcorrono ad una parte, ora ad un' altra. Si deve però avvertire, che la mutazione degli sbocchi ſi faccia col minore allungamento di linea, che ſia poſſibile, per non far elevare di troppo il fondo del fiume, coll' allontanare la foce dal ſuo principio, eſſendo, come ſi è detto, il fondo dello sbocco la baſe, ſu la quale s' appoggia la cadente di qualſiſia fiume

# CAPITOLO NONO.

## *Dell' unione di più fiumi inſieme, e loro effetti.*

E' Un artificio aſſai rimarcabile della natura quello d' accoppiare fiumi a fiumi, e di mandarli così uniti a sboccare nel mare; e talora è anche effetto di una neceſſità, che non permette il corſo di un fiume ſeparato da quello d un altro, ſiaſi o per l' intrecciamento, che porta ſeco la diverſa direzione de' fiumi diſtinti, ovvero per lo pendìo, che inſegna la ſtrada all' acque, per la quale poſſono avere lo sfogo più facile, anzi le obbliga molte volte a prenderne una determinata. Queſta neceſſità però o non mai, o rare volte va ſcompagnata dall' utile, che apporta l' unione di più acque in un alveo ſolo, di maniera che pare ſolo inſtituita dalla natura, per ſervirſi di eſſa, come di un mezzo efficacif-

cissimo per ottenere i vantaggi, che si diranno; e perciò può passare per una necessità artificiosa. Per assicurarsi di ciò, si prenda una carta geografica, nella quale siano delineati tutti i rivoli, torrenti, e fiumi, che tributano le loro acque ad un fiume reale, e nella medesima sia parimente espresso il corso di esso fino al mare, e si faccia prova di correggere gli errori, per così dire, che qualcheduno potesse credere essere stati fatti dalla natura nell'unire l'acque di tutti que' fiumicelli in un solo maggiore, indirizzando perciò ogni corso d'acqua a dirittura verso il mare. In ciò fare facilmente ognuno si chiarirà qual esser dovrebbe l'ampiezza della superficie della terra necessaria per tanti fiumicelli, quali gl'impedimenti, che frapporrebbero al commercio le intersecazioni moltiplicate delle strade, quali ostacoli si opporrebbero agli scoli delle campagne, e quante altre cose difficolterebbero la medesima nuova delineazione sopra una carta, che non esige nè considerazione di caduta, nè livello di piano di campagna, nè riflesso alcuno a' luoghi, dov'essa maggiormente declina col pendìo, o ad alcuna delle altre circostanze, che sono altrettanto necessarie, quanto bene avvertite dalla natura nel regolare che ha fatto il corso de' fiumi; e tanto, cred'io, potrebbe bastare per disingannare quelli, che pretendono, che la buona regola della condotta dell'acqua sia d'incamminare i fiumi al mare per linea retta, come per la più breve, su l'unico fondamento della nota proprietà del triangolo, due de' cui lati, presi insieme, sono sempre maggiori del terzo, stimando essi perciò essere un errore di natura il portarsi di un fiume a scaricarsi in un altro, e per esso al mare, cioè per due linee, quando senza tale unione potrebbe per una sola linea, dotata conseguentemente di maggiore declività, provvederlo di alveo, e di sbocco, secondo il loro credere, proporzionati al bisogno.

Per fare anche meglio apparire l'artificio della natura, trasandando per ora la necessità, che dipende da varj principj, secondo la diversità delle circostanze, ci daremo a spiegare, e dimostrare le utilità, che risultano dall'unione di più fiumi in un sol alveo, e gli effetti ad essa susseguenti.

PRO-

## PROPOSIZIONE I.

*Se saranno due fiumi eguali di larghezza, e profondità, ed affatto simili l' uno all' altro, i quali scorrano, e sbocchino separatamente nel mare, sarà la somma delle loro larghezze maggiore di quella, che avrebbero, se uniti insieme corressero dentro un sol alveo.*

Siano i fiumi l'uno A B C D, l'altro C D E F, de' quali le larghezze A C, C E siano eguali, e siano nelle altre circostanze tutte affatto simili, cioè di eguale profondità, di egual corpo d' acqua, di eguale caduta ec., e s' intenda, che questi due fiumi corrano paralelli l'uno all' altro, separati solamente dalla sponda comune C D, che suppongasi, per esempio, un argine: dico, che la somma delle larghezze A C, C E sarà maggiore, correndo i fiumi separati, di quello sia per essere, se, levato l' argine C D, s' unirà il corso del fiume A D con quello di C F. Tav. 10. Fig. 50.

Posciachè egli è certo, che, attesa la resistenza della sponda C D, l'acqua tanto d' un fiume, che dell' altro sarà, vicino ad essa, impedita nel suo corso, e perciò il filone sarà v. gr. in G, ed H; ma levato l'argine C D, cioè a dire tolta di mezzo la resistenza della sponda C D, si ridurranno i due filoni in un solo, che sarà in C D, come parte dell' alveo più lontana alle sponde A B, E F: sarà dunque in C D la maggiore velocità del fiume, e sarà anche maggiore di quello fosse prima in G, ed H, attesa la maggior distanza del filone C D dalle sponde; e perchè l' acqua de' due fiumi separati corre impedita dalla resistenza di quattro sponde, e quella de' medesimi uniti non patisce la resistenza, che di due sole, la quale si rende anche minore nel luogo del filone; ne segue, che quanto di velocità s' accresce all' acqua nella parte C D, tanto ne scema vicino alle sponde A B, E F: adunque, essendo l' acqua torbida, si faranno deposizioni alle ripe, e la larghezza dell' alveo A E renderassi minore; il che ec.

In questa dimostrazione non si è considerato, che il solo accrescimento di velocità, nato dalla rimozione dell' impedimento della sponda co-

comune C D; e tanto bastava per dimostrare il ristringimento dell' alveo: ma se metterassi a confronto il profondamento maggiore, che succederà al fondo dell' alveo, tanto minore sarà la larghezza, alla quale si ridurrà il fiume unito.

La verità di questa Proposizione si' prova anche coll' esperienza, perchè * *se si misureranno le larghezze di tutti i fiumi, che unendosi formano un fiume maggiore, si troverà* infallibilmente, *ch' esse insieme unite supereranno quella del fiume maggiore*, come nota il P. Castelli *al Corollario XI.* essere stato fatto, e trovato dal Fontana nel misurare i fiumi, e i fossi, che mettono foce nel Tevere, e nel paragonarli all' alveo di questo, e particolarmente all' apertura del Ponte Quattro Capi.

* ANNOT. I.

## PROPOSIZIONE II.

*I predetti due fiumi uniti maggiormente profonderanno il loro alveo, che non farebbero correndo separati.*

Tav. 10. Fig. 50.

Ciò è manifesto, perchè si è dimostrato nella Proposizione antecedente, che il filone C D del fiume unito correrà più veloce, che i filoni G, H de' fiumi separati: adunque supponendo, che la materia, che compone il fondo, sia della medesima natura di prima, dovrà ella cedere alla velocità accresciuta, e per conseguenza l'alveo si profonderà; ma * profondandosi, acquisterà l'acqua maggiore altezza, e per conseguenza maggiore velocità: adunque tanto maggiormente potrà ella corrodere il fondo, ed abbassarlo; e perchè profondandosi l' alveo del fiume, e correndo l'acqua in maggior copia, e con maggiore velocità nel mezzo, di quello faceva prima, è necessario, che il moto dell' acqua vicino alle sponde si ritardi, ne seguiranno per questo capo nuovi ristringimenti: e perchè quanto le sezioni d' un fiume sono più strette, tanto guadagnano in profondità, contribuirà l' angustia della sezione a rendere più profondo l' alveo, e per conseguenza tanto continuerà a profondarsi, e ristringersi il fiume, finchè equilibrandosi la resistenza delle ripe, e del fondo colla forza dell' acqua, si stabilisca l' alveo, come si è detto *nel Capitolo V.* Saranno adunque le profondità de' fiumi uniti, maggiori di quelle de' solitarj, e disuniti; il che ec.

* ANNOT. II.

Per

* Per un' altra ragione devono profondarsi gli alvei de' fiumi uniti, ed è, che richiedendo essi sbocco maggiore nel mare, non solo devesi esso rendere più grande in larghezza, ma ancora in profondità; ma sopra degli sbocchi più profondi disposte delle cadenti anche egualmente, non che meno declivi, lasciano il fondo del fiume più basso: adunque i fiumi uniti richiederanno l' alveo più profondo, non solo per la minore declività, che loro compete, ma anco per la maggiore bassezza del fondo dello sbocco. * ANNOT. III.

## COROLLARIO I.

Dalla predetta dimostrazione evidentemente apparisce, che *le larghezze de' fiumi uniti saranno anche minori della somma de' disuniti, non solo per la mancanza delle resistenze, minori ne' primi, che ne' secondi, ma anche per la maggiore profondità, e velocità dell' acqua degli uniti.*

## COROLLARIO II.

* E' anche chiaro, che *le sezioni de' fiumi uniti saranno sempre minori della somma delle sezioni de' disuniti*, perdendosi molto più in largezza, di quello che s' acquisti in profondità; posciachè dovendo le sezioni essere reciproche alle velocità medie, e riuscendo queste maggiori col profondamento dell' alveo, ne segue, che le sezioni debbano restare minori. * ANNOT. IV.

## COROLLARIO III.

E perchè moralmente è impossibile, che tutti i fiumi tributarj entrino in un tempo colle loro acque nell' alveo del recipiente, osservandosi, che per lo più succedono l' uno all' altro, di modo che di già sarà passata la piena di un fiume influente, quando arriva quella di un altro; perciò *non è necessario, che la sezione del fiume maggiore sia equivalente alla portata dell' acqua delle piene di tutti i fiumi influenti*, e conseguentemente *le sezioni di esso riusciranno* anche per questo capo *minori della somma delle sezioni degl' influenti.*

## PROPOSIZIONE III.

*Ne' fiumi supposti non solo s'escaverà il fondo del fiume unito dopo l'unione; ma ancora si profonderanno gli alvei de' fiumi confluenti avanti quell'unione.*

Tav. II. Fig. 51. Sia la cadente della superficie del fiume influente F B, e quella del fiume unito, o del recipiente B C, e la profondità dello sbocco B D, e suppongasi, che unito il fiume F D con un altro simile, ed eguale, dopo la confluenza siasi profondato in B G, secondo ciò, che si è dimostrato nella Proposizione antecedente, disponendosi il fondo nella linea G H, la quale sarà meno declive che la E D, che si suppone la cadente del fondo, che avrebbe il fiume, se da se, senza unione di altri, sboccasse nel mare. Perchè adunque l'altezza dell'acqua nel fiume unito B G dovrà essere maggiore, che nel disunito B D, sarà la differenza D G; * e perchè i due fiumi, che compongono il fiume unito B H, si suppongono eguali, e simili, dovrà il fondo d'ognuno di essi essere unito al fondo G H; e perciò il fondo dell'influente E D non potrà essere mantenuto in E D, ma dovrà andare ad unirsi col punto G; e perchè le condizioni del fiume F D richiedono la declività di E D, sarà necessario, che la cadente di esso, prima del sito dell'unione, sia una linea, come I G, paralella alla E D; e perciò bisognerà, che il fondo E D s'abbassi in I G; il che ec.

* Annot. V.

### COROLLARIO I.

E perchè gli sbocchi sono i fondamenti delle cadenti superiori ad essi, benchè anco il fiume influente fosse minore del recipiente, nondimeno * *quando lo sbocco del primo nel secondo dovesse restare più basso, che se corresse da se al mare, proporzionabilmente si escaverebbe il fondo del fiume influente*, come si è dimostrato *nel Capitolo VIII.*

* Annot. VI.

## PROPOSIZIONE IV.

*Supposte le medesime cose, la cadente del pelo d'acqua del fiume unito sarà sempre meno inclinata all'orizzonte di quella del fiume disunito.*

Ciò

Ciò è manifesto sì per la maggiore abbondanza dell'acqua, che in maggior quantità sempre fa maggiore sforzo, per ridursi all'equilibrio col pelo d'acqua del suo recipiente, sì per le ragioni seguenti. * Poichè i fiumi, quando sono maggiori, hanno regolarmente maggiore larghezza di alveo, e perciò hanno minori in proporzione le resistenze, e conseguentemente, in parità di circostanze, maggiore velocità, alla quale susseguendo maggiore scarico, ne deriva in conseguenza minore l'altezza dell'acqua sopra la superficie del recipiente; ma disponendosi seriatamente altezze minori dallo sbocco in su, ne nasce minore la declività della superficie: adunque i fiumi, quando saranno maggiori, tanto minore avranno la declività del loro pelo, ed essendo i fiumi uniti maggiori, che i disuniti, sarà la cadente del pelo de' primi meno declive della cadente del pelo de' secondi; il che ec. * ANNOT. VII.

La seconda ragione si desume dalla minore declività del fondo ne' fiumi uniti, che ne' disuniti, i quali perciò ne' siti omologi sono più vicini al centro della terra; ma l'acque, che corrono sopra fondi più bassi, restano altresì più basse di superficie: adunque i fiumi uniti saranno più bassi di pelo; e perchè la cadente del pelo d'acqua dee regolarmente sempre andare ad unirsi col pelo del recipiente, che si suppone nell'uno, e nell'altro caso invariato, ne segue, che tirate due linee da' predetti siti omologi, ma da altezze disuguali, sarà meno declive quella, che avrà il termine più basso, cioè quella, che sarà propria del fiume unito.

Può alcuno dubitare, se sia vero, che l'acque correnti sopra fondi più bassi restino colla superficie anche più bassa ne' siti omologi, cioè egualmente distanti dallo sbocco; perchè quantunque sia vero il primo, può però l'aumento dell'acqua essere tanto, che richieda altezza di corpo maggiore di quello, che la medesima altezza, e velocità susseguente possa produrre di profondità nell'alveo: e certo, se si supponesse, che un fiume corresse per un alveo, le cui sponde, e fondo fossero molto resistenti, potrebbe darsi il caso, che la superficie dell'acqua nel fiume unito fosse più declive, che se non v'entrasse alcuno degl'influenti. L'esperienza però * fa vedere, che negli alvei fatti di terra più può, * ANNOT. VIII.
per

per escavare il fondo, ogni poco di velocità aggiunta, che per elevare la superficie, la copia dell'acqua influente; e perciò, sebbene l'abbondanza dell'acqua fa crescere l'altezza della sezione, l'abbassamento però del fondo supera il di lei effetto, e le piene restano più basse di superficie ne' fiumi uniti, che ne' disuniti.

Se si considera inoltre, che gli sbocchi de' fiumi dentro il mare sono impediti, e perciò bisogna, che si allarghino, e si profondino più di quello, che richiederebbe la quantità dell'acqua, che passa per essi, non essendo impedita; facilmente si persuaderà ognuno, che crescendo l'acqua nel fiume, dovrà di molto abbassarsi il fondo dello sbocco, e per conseguenza anche il fondo del fiume; e per lo contrario non essendo molte volte sensibile l'alzamento della superficie dell'acqua del medesimo, chiaramente si manifesta quanto prevalga l'escavazione del fondo, e la maggiore larghezza dell'alveo all'accrescimento dell'altezza dell'acqua in una data sezione di fiume.

In prova di tutto ciò si può aggiungere un fatto evidentissimo. Correva sul principio del secolo presente il fiume Lamone dentro il Po di Primaro vicino alla Villa di S. Alberto; dal qual luogo fu divertito, e mandato a sboccare da se solo nel mare Adriatico. Quello, che n'è seguito, si è, che il detto fiume ha così elevato il proprio fondo, che in oggi a dirittura di S. Alberto resta più alto del pelo delle piene del Po predetto, e per conseguenza il pelo delle di lui piene riesce tanto più alto, ed ha bisogno di argini altissimi per essere mantenuto nel suo letto. Ciò supposto, si può discorrere così: se l'acque di detto Po di Primaro si dividessero in tanti fiumi eguali al Lamone, e si mandassero a sboccare per più alvei nel mare, certa cosa è, che in ciascheduno di essi succederebbe l'effetto medesimo, che è succeduto al Lamone: adunque le piene di essi si vedrebbero molto più elevate di pelo, che non sono ora quelle del Po di Primaro; e per lo contrario, se detti alvei così divisi si tornassero a riunire nell'alveo del Po di Primaro, non oltrepasserebbe la di lui piena il segno, al quale in oggi si eleva: adunque più fiumi uniti farebbero delle piene meno alte di superficie, di quello faccia uno di loro disunito. E perciò è evidentissimo, che i fiu-

mi

mi uniti hanno la cadente del pelo d'acqua più baſſa, e meno declive, di quello che l'abbiano i fiumi diſuniti.

### COROLLARIO I.

Lo ſteſſo ſi verifica riſpetto a' *fiumi maggiori*, i quali ſiccome ſono meno declivi di fondo, così *hanno la ſuperficie meno inclinata all'orizzonte, ſe ſi paragonino gli ſtati ſimili*, cioè o nelle maſſime altezze d'acqua, o nelle maſſime baſſezze, o in iſtati d'acqua proporzionalmente diſtanti dall'uno, e dall'altro degli eſtremi predetti. Ciò pure è manifeſto per l'eſperienza; atteſochè, * ſe ſi prenderanno due fiumi correnti al mare, l'uno, e l'altro nella ſua piena maſſima (col pendìo della quale ſuol camminare il piano ſuperiore degli argini), e ſe ſi livellerà o la ſuperficie della piena, o il piano predetto degli argini, ſempre ſi troverà, che maggiore ſarà l'inclinazione ne' fiumi minori, che ne' maggiori. * ANNOT. IX.

### COROLLARIO II.

* Ed eſſendo ciò vero anco riſpetto alla cadente dell'acqua baſſa, ne ſegue, che *le campagne molte volte potranno avere lo ſcolo ne' fiumi grandi, e loro ſarà negato ne' minori*; e perciò giova in molti caſi, per dare lo ſcolo alle terre, che per altro non potrebbero averlo, unire inſieme più fiumi, perchè abbaſſandoſi con ciò il fondo del fiume unito, e la di lui ſuperficie in acqua baſſa, o ordinaria, potranno le terre ſcolarviſi dentro. * ANNOT. X.

### COROLLARIO III.

E perchè (ſebbene ne' fiumi influenti non ſi altera così conſiderabilmente la cadente del pelo tanto alta, che baſſa) ſi profonda l'alveo, e conſeguentemente il pelo dell'acqua baſſa ec., *potranno anche negli alvei di queſti, quando l'abbaſſamento ſia ſufficiente, ottenere lo ſcolo le campagne contigue.*

Co-

## COROLLARIO IV.

Similmente, perchè le piene de' fiumi influenti debbono portare la loro superficie ad unirsi con quella della piena del tronco comune de' fiumi uniti, e dovendo ella avere una determinata pendenza, ne segue, che *abbassandosi la superficie della piena del fiume unito, resterà anche più bassa quella della piena del fiume influente;* e perciò non avrà bisogno di argini tanto alti, quanto richiederebbe, se dovesse portarsi da se solo al mare.

## COROLLARIO V.

*E tanto meno alti si richiederanno vicino allo sbocco, e per quanto può durare il rigurgito del fiume recipiente;* perchè trovandosi in questo tratto tutte le sezioni dell'alveo maggiori di quello richiede la quantità dell'acqua, che vi passa (comechè questa ha la sua velocità impedita), * ne segue, che la cadente della piena sarà meno inclinata in questo pezzo d'alveo, che nel restante più alto, e perciò gli argini in detta parte si richiederanno più bassi.

* ANNOT. XI.

## COROLLARIO VI.

Potendo molte volte *incontrarsi, che l'unione di più fiumi in un alveo solo lo scavi talmente, che la superficie delle piene non giunga al piano della campagna;* perciò *in tal caso non sarebbe necessaria alcuna costruzione d'argini*, e si provvederebbe a tutti que' danni, che portano seco le rotte de' medesimi; in somma si riceverebbero tutti que' vantaggi dall'unione, che procedono dall'avere il fiume incassato, piuttosto che arginato.

## COROLLARIO VII.

Perchè *l'acque unite* corrono con maggior corpo, e perciò con maggiore profondità, e sboccano al mare con foce più ampia, più profonda, e più libera; perciò *formano Porti, e si rendono navigabili per buon tratto;* al che contribuisce ancora la poca declività della superficie del

del fiume, che rende più facile il navigare contr'acqua. Qual utile apportino le navigazioni alle Provincie, non è quì luogo di parlarne, come d'un punto aſſai noto, ſapendoſi, che molte Città debbono la loro origine, accreſcimento, e conſervazione a tale prerogativa.

Tutto ciò, che ſinora ſi è detto, ſi dee intendere, quando i fiumi ſiano ſtabiliti d'alveo, o portino acque torbide, che poſſano contribuire al loro ſtabilimento; e perciò non è applicabile a' condotti dell'acque piovane, le ſuperficie delle quali, o per eſſere chiare, o perchè gli uomini hanno l'attenzione di mantener loro ſcavati gli alvei a miſura della neceſſità, regolarmente ſono più baſſe (anche nelle loro maggiori eſcreſcenze) delle piene de' fiumi. Si dee parimente avvertire, che *quantunque tutti i predetti buoni effetti ſi verifichino nel tronco del fiume unito, non è però neceſſario, che ſuccedano ſempre negli alvei di quelli, che ſi portano all'unione*, potendo darſi il caſo, che rieſca di maggior utile il portarſi un fiume da ſe al mare, che l'unirſi con un maggiore, dipendendo la determinazione del vantaggio, o ſvantaggio da diverſe circoſtanze, che meritano di eſſere eſaminate: come ſono, per eſempio, la ſituazione del fiume, che ſi vorrebbe unire al maggiore; la condizione della campagna di mezzo, e de' ſcoli di eſſa; e la caduta, eſito, e diſtanza della foce: poichè ſe la di lui linea fino allo sbocco foſſe più breve, e con caduta al mare maggiore di quella, che può avere ſul pelo baſſo del fiume, col quale ſi pretendeſſe di unirlo, egli è certo, che niun buon effetto ſi potrebbe ſperare nell'alveo di eſſo, benchè foſſero per ſuccedere tutti gli accennati nell'alveo di quello, che lo riceveſſe: anche però in queſto caſo può ſuccedere, che torni il conto di fare l'unione di due fiumi, come * ſe lo sbocco al mare foſſe * ANNOT.XII.
impedito o in una ſpiaggia di poco fondo, e che perciò laſciaſſe luogo di dubitare, che il prolungamento della linea poteſſe in breve togliere la neceſſaria caduta al fiume; oppure s'egli portandoſi al mare a dirittura, doveſſe paſſare per ſiti baſſi, che richiedeſſero grand'elevazione di argini, e ſimili: * in ſomma è neceſſario un ben peſato giudizio di tutte le circo- * ANNOT.XIII.
ſtanze, ed una ben diſtinta cognizione di ciò, che ſuccede all'unione de' fiumi, prima di terminare quali ſiano i benefizj, che ponno ricavarſi

dal mandare un fiume a sboccare nel mare, oppure in un altro maggiore.

Ecco adunque quanto bene la natura provveda, mandando i fiumi ad unirsi insieme, a' molti pregiudizj, che succederebbero alla loro disunione, e che di fatto sono molte volte succeduti, quando diversi accidenti hanno tenuti separati i fiumi l'uno dall'altro. Era piena la Lombardia ne' contorni di Piacenza di rami moltiplicati del Po, e de' fiumi a lui tributarj, che la teneano tutta ripiena di paludi, quando Emilio Scauro, riducendoli tutti in un sol tronco, bonificò quel Paese, e lo rendette abitabile; e qualvolta gli uomini, ingannati dall'apparenza, hanno pensato di sgravare gli alvei de' fiumi maggiori dall'acque, che si credevano soverchie, e lo hanno fatto col divertire qualche fiume, o torrente solito a sboccare in esso, non hanno tardato molto a sentirne i cattivi effetti: testimonj di ciò ne ponno essere i Ravegnani per la diversione sopraddetta del Lamone dal Po di Primaro; e gli abitatori della Romagnola-Bassa per le diversioni de' fiumi Santerno, e Senio: nè lasciano i Ferraresi di sentire gli effetti dell'alzamento del fondo, e delle piene del Po di Primaro, seguito non solo per la rivolta di tutto il Po grande nel ramo di Venezia, ma anco per la rimozione de' fiumi predetti dal di lui alveo.

* ANN. XIV. * Io non intendo perciò di riprovare le risoluzioni di tutti quelli, che divertiscono acqua da' fiumi, siasi o per irrigazioni, o per condotta di canali navigabili da un luogo all'altro, perchè vi sono de' fiumi, che lo permettono senza danno notabile: tali sono per lo più (1.) quelli, che corrono chiari, attesochè per difetto di materia non ponno nè elevarsi, nè ristringersi l'alveo: (2.) quelli, che corrono per campagne alte di superficie, rispetto al fondo del fiume; poichè, benchè questo qualche poco si elevi, tale alzamento poco, o nulla pregiudica: (3.) quelli, che hanno grandissima abbondanza d'acqua, di maniera che la parte divertita non abbia sensibile proporzione colla rimanente: (4.) quelli, che portano materia sottile, la quale non richiede molta velocità per essere portata fino allo sbocco: (5.) quelli, ch'entrano nel mare in luoghi, ne' quali i flussi, e riflussi sono molto grandi; poichè

l'acqua

l'acqua del mare, che nel tempo del flusso entra negli alvei de' fiumi, ritornando indietro nel tempo del riflusso, serve a tener netto l'alveo dalle deposizioni; al che mi do a credere s'appoggi la durabilità de' molti canali navigabili, che si trovano nell'Olanda, e in altri luoghi.

In contrapposto de' beneficj, che apporta l'unione de' fiumi, vi è qualche danno da non trasandarsi in questo luogo; poichè (1.) i fiumi uniti, che sono anche i maggiori, hanno le tortuosità più grandi di giro; e perciò qualunque volta si danno a corrodere una ripa, riesce più difficile, o almeno più dispendioso il difenderla; di modo che in casi simili sovente accade, che si stimi minor danno il ritirarsi indietro con gli argini, che l'impedire con opere manufatte l'avanzamento della corrosione; questo danno però viene in parte ristorato dal fiume medesimo, perchè quanto esso leva di terreno da una parte, tanto ne aggiunge colle alluvioni dall'altra. (2.) Accadendo una rotta negli argini di un fiume grande, occuperanno le di lui acque uscite dall'alveo più grande ampiezza di terreno, che se fosse succeduta in un fiume piccolo; e perciò potranno esser causa di danni maggiori. (3.) Queste rotte, comechè riescono di più ampia apertura, portano maggior dispendio, e molte volte più difficoltà in chiuderle, secondo le circostanze. (4.) Quello, che è più notabile in questo particolare, si è ciò, che dà motivo alla seguente Proposizione.

## PROPOSIZIONE V.

*Se un fiume maggiore correrà con poca caduta, e dopo lasciato di portare ghiaja, se gli unirà un fiume, che ne porti dentro il di lui alveo, sarà il fiume maggiore obbligato o a mutar corso, o ad elevare il proprio fondo nelle parti superiori.*

Poichè egli è evidente, che l'acqua d'un fiume, benchè mossa con velocità considerabile, non può spingere molto all'innanzi un sasso gittatovi dentro, se non ha molta caduta nel fondo dell'alveo, e particolarmente se il fondo predetto non sarà resistente. Vero è, che sul principio, e per poca quantità la forza dell'acqua, scavando d'intorno al sasso il terreno, lo seppellirà in esso; ma finalmente non potendo detto

sasso essere profondato all'ingiù fino al centro della terra, converrà, che il primo sasso seppellito arrivi ad un sito, sotto del quale non possa passare; e perciò potranno bene sopra di esso sostentarsi altri sassi, che bastino a riempiere tutto il sito fino al piano del fondo del fiume, ma non più; nel qual caso non potendo più profondarsi il sasso, nè smaltirsi lungo il corso dell'acqua, attesa la poca declività del fondo dell'alveo, converrà, che entrati i sassi nell'alveo del fiume maggiore, ivi si fermino, e comincino ad elevare il fondo, per formare quella pendenza all' alveo, che è necessaria per impellere avanti i sassi, e le ghiaje, avendo riguardo alla forza dell'acqua del fiume unito, non più a quella dell' influente; ed in questo caso facendosi come una chiusa di sassi attraverso dell'alveo del fiume unito, converrà, che la di lui acqua nella parte posteriore si elevi di superficie, per poter sormontare col suo corpo l'impedimento de' sassi portati dal fiume influente; e restando l'acqua del fondo, per causa dell'impedimento medesimo, priva, o rallentata di moto, ne seguirà, che ivi si faranno delle deposizioni, e per conseguenza il fondo dell'alveo s'eleverà tutto al contrario di quello, che succederebbe, se il fiume influente portasse materia omogenea a quella, che porta il fiume unito in dirittura dello sbocco; e la ragione di questa diversità si è, che nell'ultimo caso l'unione de' fiumi accresce forza, ma non aggiunge impedimento; ma nel primo aggiunge più d'impedimento, che di forza; e se accadesse, che tanta fosse la forza, quanto l'impedimento accresciuto, allora non si altererebbe in conto alcuno il fondo del fiume unito.

Tale elevazione di fondo nelle parti posteriori dell'alveo suppone una condizione difficile da ottenersi, ed è, che la ripa opposta allo sbocco del fiume influente resista alla corrosione; altrimenti deponendosi il sasso dalla parte dello sbocco, e spingendosi avanti a scarpa verso la ripa opposta, lascierà il fondo maggiore della sezione dalla parte di essa ripa, alla quale perciò voltandosi il filone dell'acqua, comincierà ad aprirsi il passo verso quella parte, cagionando un giro di corrosione, per lo quale a poco a poco volterassi tutta la corrente del fiume, proporzionandosi l'alveo in quel sito; al che seguirà, che il fiume influente prolungherà

la

la sua linea, formandosi l'alveo dentro le ghiare deposte nel sito vecchio del fiume maggiore, e s'aprirà nell'alveo di esso un nuovo sbocco. E quì nuovamente si torneranno a produrre i medesimi effetti di prima, rispingendosi sempre la corrente del fiume maggiore al lato opposto, e facendo nuove corrosioni; e tutto ciò s'anderà continuando, finchè il fiume tributario si sarà prolungata la linea tanto, che cessi dal portar ghiare nell'alveo del fiume, dentro del quale dev'egli avere l'ingresso; il che ec.

Da questo principio mi do io a credere proceda, che i fiumi reali, i quali ricevono il tributo di altri fiumi minori, se corrono per pianure, tengano la loro corrente lontana dalle radici de' monti; poichè, siccome può essere, che il Po, per esempio, abbia avuto una volta il suo corso vicino o agli Appennini, o agli Euganei ( dal che non discordano le tradizioni de' popoli, e le notizie, che dello stato antico di esso s'hanno dall'istorie ), così può esserne stato rispinto, nella maniera predetta, da' fiumi, che scendono da essi, e che allora solo abbia trovato un sito stabile, quando trovatosi quasi in mezzo della gran valle della Lombardia, s'è assicurato, che non entrino nel di lui alveo sassi, e ghiare portate da fiumi influenti; ed in fatti s'osserva, che dopo che il Po lascia di correre in ghiara, non ne riceve più di sorte alcuna da' fiumi tributarj.

Da questa medesima causa può anche nascere la tortuosità, o piuttosto l'obbliquo, e serpeggiante corso di alcuno de' fiumi reali; poichè, come si è detto, dovendo essere rispinta da' sassi la corrente di esso, sino ad essersi sufficientemente prolungata la linea del fiume influente ( per esempio, essendosi rivoltato in C D E l'andamento del fiume reale, fino a dar luogo al necessario allungamento della linea del fiume A B fino in B, che sia l'ultimo termine delle ghiare ) può darsi il caso, che il fiume G F anch'esso richieda il prolungamento G F fino al punto F, supposto esso pure l'ultimo termine della portata de' sassi; nel qual supposto è evidente, che il corso del fiume C E F non potrà passare tra F, e G, ma necessariamente dovrà essere rispinto in E F, e per la stessa ragione potrà dal fiume H I essere nuovamente rispinto Tav. 11. Fig. 12.

in

in F I , di modo che il fiume reale prenda, per tali cause, il corso serpeggiante C D E F I; che in questo caso non sarà un errore di natura, ma bensì un rimedio necessario a provvedere a quegli sconcerti, che senza detta tortuosità necessariamente succederebbero.

Da questa considerazione si cavano alcuni avvertimenti necessarj, il primo de' quali è di non introdurre mai alcun fiume, che corra in ghiara, dentro l'alveo d'un fiume reale, che abbia il fondo arenoso, o limoso: ( 2. ) di non abbreviare mai la linea a quei fiumi influenti, che portano il sasso assai vicino alla propria foce: ( 3. ) che le corrosioni delle ripe de' fiumi reali, prodotte da sassi portati dentro de' loro alvei da' fiumi tributarj, sono irrimediabili, ed è opera, e spesa egualmente inutile, che dannosa al corso del fiume reale l'ostarvi: ( 4. ) che quando sia cosa possibile, torna più a conto o portare più abbasso la foce del fiume influente, o allungargli la strada colle tortuosità, per fargli deporre il sasso prima dell'introduzione.

Noi abbiamo detto nel principio di questo Capitolo, che molte volte l'unione de' fiumi è fatta per una necessità di natura. Ciò è manifesto in tutte le congiunture; perchè non essendo altro la natura, che la combinazione delle cause operanti senza la direzione artificiosa della mente umana, tutte le volte, che più fiumi si sono uniti insieme senza opera di uomini, ciò è succeduto per virtù di cause necessariamente operanti, le quali sempre agiscono verso quella parte, dove trovano maggiore facilità; e perchè, come si è fatto vedere, i fiumi quanto sono maggiori, tanto più facilmente smaltiscono le proprie acque, perciò quelle, che scorrono sopra la superficie della terra, si sono portate ad introdursi ne' fiumi grandi, facendo prima picciole unioni, e poi maggiori, fino a formarsi gli alvei de' fiumi reali. Tale necessità però molto più si manifesta ne' fiumi, che scorrono fra le montagne, dalle radici delle quali sono sforzati i fiumi a scorrere verso una parte determinata, cioè verso quella, dove si trova l'apertura di esse, che dà l'uscita al fiume medesimo; e perciò i fiumi, che scorrono fra' monti, seguitano, tanto nel loro corso, quanto nelle unioni, la direzione delle valli formate dalle montagne, siansi esse valli effetti del corso de' fiumi, o

pure formate dalla natura prima d'essi; e perciò non si uniscono i fiumi insieme, prima che una valle non sia aperta in un'altra, se pure non vi siano condotti sotterranei, per li quali possano i fiumi avere il loro esito. Gli effetti però sono i medesimi tanto ne' fiumi, che scorrono fra le montagne, quanto in quelli, che per le pianure si portano al mare; nè variano in altro, se non in ciò, che i primi hanno il sito de' loro alvei più determinato, e ristretto fra le radici de' monti, ma i secondi ponno variar corso da un luogo all'altro, portandolo ora più a Levante, ora più a Ponente; e perciò pochi sono i luoghi della Lombardia, che in un tempo, o in un altro non siano stati bagnati dalle acque del Po, di cui anche in oggi si vedono tante vestigia di alvei derelitti.

Tutto il sopraddetto appartiene principalmente agli effetti, che s' osservano negli alvei de' fiumi uniti; ma per quello risguarda le alterazioni, che arrivano all'acqua corrente per essi, si dee distinguere: perchè o si parla degli sbocchi; e di ciò abbiamo trattato nel Capitolo antecedente, siccome di quello, che accade a' fiumi tributarj; o pure si discorre degli effetti dell'acque accomunate con quelle del recipiente; e di già abbiamo detto, che la direzione dello sbocco fa diversi effetti; onde resta da discorrere dell'alzamento, che fanno i fiumi influenti nel recipiente; il che procureremo di fare nel seguente Capitolo.

# CAPITOLO DECIMO.

## *Dell'escrescenze, e decrescenze de' fiumi, e della proporzione, colla quale s'aumentano l'acque de' medesimi.*

POchi, per non dir niuno, sono i fiumi, che corrano sempre colla medesima quantità di acqua, senza accrescimento, o diminuzione, se pure non sono canali regolati, ne' quali s'attemperi l'introduzione dell'acqua con diverse fabbriche, o diversivi; il che anche riesce d'una som-

somma difficoltà, particolarmente senza una continua vigilanza, ed assistenza alle macchine regolatrici, gli altri tutti s'accrescono d'acqua per diverse cagioni. Ma quì si dee per maggior chiarezza distinguere: perchè o si parla della quantità assoluta dell'acqua, o pure della sezione, che occupa nel passaggio per un dato sito del fiume. Se si parla della *quantità assoluta dell'acqua*, non v'ha dubbio, che questa *si accresce per lo maggior vigore delle sorgenti*, *per la quantità delle piogge*, *per le nevi liquefatte*, *e per l'acqua de' fiumi influenti ec.* Ma se si discorre dell'area della sezione, che occupa, oltre le predette cagioni, può concorrervi *il ristagno del mare*, *o de' fiumi maggiori*, ed anche, sebbene insensibilmente, *la forza del vento* contrario alla corrente, *il ristringimento dell'alveo*, e generalmente *tutti gl' impedimenti inferiori*, che levano la velocità al corso del fiume.

L'accrescimento d'acqua ne' fiumi, per causa delle sorgenti più abbondanti, rare volte è repentino; ma per l'ordinario si fa gradatamente, e per lunghi intervalli di tempo: non così quello, ch'è prodotto dalle *piogge*, e dalle *nevi* liquefatte, le quali *fanno crescere ad un tratto i fiumi minori*, benchè (di rado incontrandosi, che i fiumi influenti s'accrescano tutti in un tempo) non procedano a proporzione le piene de' fiumi maggiori. Questi, se hanno lungo tratto, *ponno aumentarsi d'acqua nelle parti più vicine allo sbocco*, *senz' alterarsi nelle più lontane*; perchè può darsi il caso, che l'acqua delle piogge faccia crescere un fiume influente inferiore, e che, non piovendo nell'istesso tempo in quel tratto di paese, che tramanda le sue acque ad un altro superiore, questo non si alteri dal suo stato ordinario; siccome può anche succedere, che cresca il fiume nelle parti superiori, e non riceva motivi d'accrescimento da' fiumi inferiori; ma non *perciò saranno esenti dall' escrescenza le parti più basse dell' alveo*. Ciò d'ordinario succede nella liquefazione delle nevi, la quale facendosi ne' monti più alti solo l'estate, e soffiando il sirocco, i fiumi inferiori, che d'ordinario nascono dalle montagne più basse, nelle quali si disfanno più presto le nevi, non ponno a quel tempo, per mancanza di queste, aumentarsi, ed ordinariamente non succedendo l'estate piogge tali, da far correre i fiumi gon-

fj,

ſi, nè meno per cauſa di queſte poſſono, moralmente parlando, venire le piene a' fiumi inferiori. Quindi è, che attemperandoſi l'accreſcimento d'una cauſa col difetto d'un'altra, ha ciaſcun fiume, ſiccome tutte l'altre coſe, così il ſuo maſſimo ſtato, che non può eccedere naturalmente, cioè a dire i limiti del ſuo alzamento; e benchè non ſia impoſſibile l'unione di tutte le cauſe, e l'accreſcimento della loro energia, nulladimeno *ſunt certi denique fines*, i quali traſgredendoſi, ſuccederebbero diluvj irreparabili, come quando s'aprirono le cateratte del Cielo, e gli abiſſi della terra. Reſti dunque determinato, che *ogni fiume ha il ſuo termine d'altezza, oltre il quale non paſſano le di lui piene maggiori*, ed al quale devono eſſere ſuperiori le ripe, e gli argini del fiume, acciocchè non ſuccedano inondazioni.

Non è perciò meraviglia, ſe *le piene de' fiumi minori durano meno di quelle de' maggiori*; perchè accreſcendoſi i primi per le eſcreſcenze degl' influenti, che hanno gli sbocchi in poca diſtanza l'uno dall'altro, corre poco divario dall'entrata di uno all'entrata dell'altro, e richiedendoſi poco ſpazio di tempo, per la brevità del cammino, allo ſcarico dell'acqua introdotta in eſſi, al ceſſare della cauſa produttrice della piena, ceſſa altresì, poco dopo, la medeſima; ma ne' fiumi maggiori quando anche le cauſe operanti concorreſſero tutte in un tempo, i fiumi inferiori più preſto ſi ſcaricherebbero; di modo che al ſopravvenire della piena cagionata dall'influſſo de' fiumi più alti, quelli avrebbero di già ſmaltite le proprie acque; e perciò non aggiungerebbero più dell'ordinario al fiume maggiore; ond'è, che frequentemente s'oſſerva, che *al ceſſare della piena dell'ultimo influente ſopravviene quella dell'altro immediatamente ſuperiore*, e mantiene nel fiume recipiente quell'accreſcimento, che non può eſſere effetto dell'influente inferiore, e così procedendo ſucceſſivamente, chiaramente ſi vede, che tanto dee durare la piena, quanto baſta per dare ſcarico a tutti i fiumi, che debbono tramandare le loro acque al mare in diverſe diſtanze da eſſo.

Molto *più durano le piene fatte dal disfacimento delle nevi*, richiedendo queſte lungo tempo al loro intero conſumo, particolarmente

ſe eſſo dee ſuccedere a forza di Sole, che non opera egualmente in tutte le parti delle montagne, che hanno le loro facce eſpoſte più, o meno a' raggi di eſſo, o pure oppoſte a' medeſimi, e ſono per lo più tali, che non ricevono il di lui calore, che dopo molte ore del giorno, e lo perdono molte ore prima della ſera; quindi è, che *durando lungo tempo lo ſcioglimento delle nevi*, *durano a proporzione le piene de' fiumi*, le quali ſiccome non arrivano al mare il primo momento, che le nevi cominciano a disfarſi, ma addimandano lo ſpazio talvolta di molti giorni ne' fiumi di lungo tratto; così non ceſſano immediatamente dopo il totale conſumo delle medeſime; ma continuano qualche giorno dopo, quanto cioè ricerca l'acqua per arrivare al mare per lo tratto dell'alveo, nel quale corrono. Da ciò ſi toglie la meraviglia, che oſtentano alcuni nel veder venire talvolta le piene de' fiumi a Ciel ſereno, e ſenza pioggia veruna; per iſpiegare il quale effetto hanno indotte cauſe occulte, ricorrendo agl' influſſi delle ſtelle, ed alle cauſe univerſali.

Succede anche talvolta, che *ne' ſiti alti d'un fiume venga una piena conſiderabile*, *e nelle parti inferiori non porta motivo di farvi ſopra alcuna rifleſſione*; tanto rieſce ella moderata: ciò ſuccede, ſe la piena è fatta da ſoli fiumi influenti ſuperiori; perchè ne' proprj alvei, e nel tronco comune può darſi il caſo, che formino una ſezione aſſai alta; ma arrivando ne' ſiti dell'alveo più dilatato, e non occupato in quel tempo dalle piene de' fiumi inferiori, è neceſſario, che per la larghezza della ſezione s'abbaſſi la ſuperficie dell'acqua, e perciò non renda conſiderabile la piena. Ne' fiumi temporanei s'accoppia alla predetta un' altra cauſa dell'effetto medeſimo, ed è, che incontrandoſi dopo una gran ſiccità, che il fiume s'accreſca d'acqua, una parte di queſta può eſſere imbevuta dal fondo, e dalle ſponde dell'alveo, e fare l'effetto medeſimo, che alle volte fanno le voragini incontrate per iſtrada da' fiumi: biſogna però, che l'acqua imbevuta dal terreno abbia qualche manifeſta proporzione a quella, che reſta, acciò ſucceda l'effetto ſenſibile, che perciò non può oſſervarſi, che ne' fiumi piccioli, e nelle piene di poca durata.

*Quando un fiume entra a correre nell' alveo d'un altro*, ſe queſto

avrà

avrà il fondo, e le sponde stabilite, e proporzionate all'acqua di tutti gli altri fiumi, che dentro vi mettono, non v'è dubbio, che *farà crescere l'altezza della di lui acqua più, o meno, secondo lo stato, in che lo troverà*. E' regola universale, che * *entrando i fiumi influenti in acqua bassa del recipiente, accrescono l'altezza di questo, più che non fanno in acqua alta*; in maniera che il minimo accrescimento succede nelle piene più grandi del recipiente, e ciò, supposta la medesima quantità della piena dell'influente; quindi è, che *a stimare gli alzamenti, che fa un fiume in un altro, è necessario considerare lo stato di quello, che lo riceve*: similmente *se un fiume influente entrerà, colla sua piena torbida, in acqua bassa del recipiente, farà interrimenti nell'alveo di questo*, sì nel fondo, che nelle spiagge; ma tali interrimenti siccome si fanno nel proprio alveo da ciascun fiume per causa delle piene minori, e nelle maggiori si consumano, così al sopravvenire d'una piena più grande nel recipiente, tutti gl'interrimenti, fatti dalla piena dell'influente, immediatamente si levano nell'atto di crescere ch'ella fa successivamente; onde non è buon argomento, per determinare, se un fiume interrisca l'alveo di un altro, quello, che si fonda sopra l'osservazione degli effetti delle piene dell'influente. Per altro tali interrimenti non s'osservano, quando il fiume influente entra in acqua alta del recipiente, se l'altezza sia viva, e non indebolita dal ristagno del mare, o altro. * ANNOT. I.

* *Entrando un influente pieno in un recipiente basso*, e cagionandovi, come si è detto, altezza considerabile, non solo si volterà verso il mare, ma *può darsi il caso, che rigurgiti all'insù per l'alveo del recipiente, fin dove arriva l'orizzontale dell'altezza da lui fatta*: ciò però sarà vero, quando o il recipiente non avesse acqua di sorte alcuna, o pure così poca, che non potesse superare, colla sua acqua sopravvegnente nel tempo dell'alzamento, il rigurgito dell'influente; ed in questo caso, benchè nella parte inferiore succedano interrimenti, non però si faranno nella parte superiore, perchè l'acqua del recipiente ristagnata obbligherà tutta la torbida a voltarsi all'ingiù; ma per altro non potendo essa impedire il rigurgito, s'interrirà l'alveo anche nelle * ANNOT. II.

 parti

parti superiori; che però tornerà al suo essere primiero, sopravvenendo la piena del recipiente. Quest' effetto s'osserva nel Po di Primaro allo sbocco del Santerno, le piene del quale anticipando di molte ore quelle degli altri fiumi superiori ( trattenuti di più, e ritardati dallo svagamento, che hanno per le paludi ) rigurgitano per l'alveo del Po predetto per molte miglia, correndo all' insù, quando trovino le acque basse, ed interrendo l'alveo del medesimo; ma venendo le piene in acqua alta, non si fa rigurgito di sorte alcuna, e facendosi picciolo l'alzamento del pelo del recipiente nel sito dell' introduzione, * poco anche, o niuno è il ristagno, e l'elevazione dell' acqua del recipiente nelle parti superiori: che perciò sempre si rende minore, quanto più si scosta dallo sbocco, fino a farsi insensibile in poco spazio.

* ANNOT. III.

La medesima diminuzione d'altezza di pelo d'acqua si fa nell'alveo del recipiente alla parte inferiore dello sbocco, perchè andando la cadente del pelo dell' acqua bassa ad unirsi colla superficie del mare, ed il simile dovendo fare la cadente del pelo della piena, è necessario, che la distanza di queste due linee concorrenti ( le quali ogni ragion vuole, che siano congeneri, e simili ) si faccia minore, quanto più si avvicinano al punto del concorso, cioè alla foce; e perciò * *l'altezza aggiunta dalla piena sopra il pelo del recipiente è maggiore in faccia allo sbocco, e poi sempre si fa minore, quanto più la piena s' accosta al mare*, e conseguentemente non vi è necessario tanto di ripa, o d'argine per contenerla.

* ANNOT. IV.

*Le piene maggiori dell' istesso fiume*, osservate nell' istesso sito, *sono sempre più veloci delle minori*; e se qualche volta si vede il contrario, ciò è segno, che la piena non è veramente maggiore, benchè tale apparisca a causa de' ristagni inferiori; posciachè * *il segno della grandezza reale delle piene non è l' altezza sola dell' acqua*, ma piuttosto la velocità, ed inclinazione maggiore del pelo della medesima, mentre è certo, che restando la superficie del mare sempre nello stato medesimo, allora potranno ben dedursi le piene maggiori dalla maggior altezza, che però sarà sempre congiunta con maggiore velocità, ed altresì con maggiore inclinazione di superficie; ma *crescendo l' altezza*

* ANNOT. V.

*dell'*

*dell'acqua per lo ristagno del mare, e non crescendo la piena, allora la velocità si ritarda*, e la superficie dell'acqua si rende meno declive. Non devono perciò annoverarsi tra le piene tutti gli alzamenti dell'acqua; mentre questi possono essere effetti anco degl'impedimenti inferiori.

Abbiamo detto di sopra *essere proprio de' fiumi maggiori l'avere le piene di più lunga durata*, e ne abbiamo assegnata la causa, che è il diverso tempo dell'introduzione de' fiumi influenti colle loro piene nell' alveo comune; e la medesima ci fa conoscere, che *i fiumi maggiori non passano dallo stato basso al maggior segno della piena con quella celerità, che fanno i fiumi minori*, attesa la differenza maggiore del tempo, che intercede tra l'arrivo d'un fiume influente, e quello di un altro, il quale ne' minori, e ne' torrenti è poco meno che contemporaneo; e perciò particolarmente gli ultimi arrivano colle piene così improvvisamente, che non danno tempo molte volte a' passeggeri, i quali s'incontrano a passarli a guado, di porsi in salvo: ma v'è ben un'altra anche più potente ragione, cioè che *aumentandosi* successivamente *i fiumi con uguale quantità d'acqua somministrata in tempi eguali, non s'accrescono ugualmente in altezza*, ma maggiori sono sempre gli alzamenti sul principio, che sul fine; in maniera che un palmo di elevazione aggiunta ad un fiume già gonfio d'acqua, può essere effetto di una causa tre, o quattro volte maggiore di quella, che può accrescere all' acqua bassa due, o tre palmi di altezza: quindi è, che le piene sul principio si vedono crescere più sollecitamente; e perciò un fiume, che s'alzi nelle piene sette, o otto piedi, arriverà al suo colmo in poche ore, ed un altro, le cui escrescenze s'elevino a quindici, o sedici piedi, stenterà ad arrivarvi in molte giornate.

*Colla medesima proporzione dell'accrescimento succede il decrescimento de' fiumi;* posciachè quelli, che crescono poco, e sollecitamente nelle piene, anche presto si sgonfiano; ma gli altri, che spendono molto tempo per arrivare al sommo della piena, durano più a mantenersi in tale stato; perchè siccome l'accrescimento di molt'acqua in un fiume pieno non fa che una picciola elevazione, così la detrazione di altrettanta non fa che un simile abbassamento.

*Sono*

*Sono più frequenti le piene maggiori in un fiume minore, che in un maggiore;* e la ragione si è, che è più facile l'incontro di poche cause in operare, ciascheduna nel suo sommo vigore, di quello sia l'unione di molte; onde dipendendo le piene massime de' fiumi grandi dal concorso di più fiumi influenti, è difficile, che s'incontrino tutti a portare successivamente, ed in tempo proporzionato le loro piene nell'alveo del recipiente; siccome è difficile, che le piogge s'incontrino a cadere, e le nevi a disfarsi in un tempo medesimo in tutti i luoghi d'un Paese vastissimo, e molte volte di clima differente, come è quello, che occupa il corso d'un fiume reale: all'incontro in un fiume picciolo, che comincia, e finisce in una Provincia, è facile l'unire due, o tre fiumi influenti a crescere nell'istesso tempo, e perciò a cagionare una piena anche massima nel recipiente.

*Hanno i fiumi certi tempi determinati, ne' quali per lo più succedono le maggiori escrescenze di tutto l'anno;* poichè altri si gonfiano la Primavera, e l'Autunno, altri restando bassi tutto il resto dell'anno, s'accrescono solo l'Estate, e ciò dipende dalle cause delle piene maggiori, operanti più in un tempo, che in un altro; posciachè *quelli, che s'ingrossano per lo disfacimento delle nevi, hanno le loro piene a quel tempo, che regnano i sirocchi, o altri venti caldi,* che in questo nostro clima succede qualche volta l'Inverno, ma per lo più ne' mesi di Marzo, e di Aprile; ma ne' luoghi più alti non bastando lo sirocco, e richiedendosi accoppiato il fomento de' raggi solari, si prolunga la liquefazione delle nevi a' mesi di Maggio, e di Giugno. *I fiumi* poi, *che si gonfiano per le piogge, hanno le loro massime piene l'Autunno,* perchè a quel tempo cominciano le piogge più frequenti, e durevoli. *I torrenti di poco corso si vedono più gonfj l'Estate, e nella Primavera,* quando cioè per cagione de' temporali cadono le piogge più impetuose, ed abbondanti, benchè di minore durata; e non sarà difficile a chi si sia, considerando la cagione delle piene, ed il tempo, nel quale dette cause si rendono più efficaci, il dedurre anche in qual tempo succedano le massime piene d'un fiume.

*Molti fiumi* però *hanno dell'escrescenze sregolate, delle quali non si vede*

*si vede alcuna manifesta cagione;* ponno però procedere da cause meno cognite, siasi o perchè rendasi difficile l'indagarle, oppure perchè la lontananza del luogo, dov'esse operano, induca un'ignoranza, che gli uomini non curano di levarsi col disagio de' viaggi: tali sono le inondazioni del Nilo, del Tevere, e d'altri fiumi, delle cause delle quali vanno anche in traccia i Filosofi, e gli Architetti delle acque, senza averle potute finora accertare. Generalmente perciò pare, che non possa crescere l'altezza dell'acqua in un fiume, se ò non s'accresce il di lei corpo, o non si scema la velocità; onde per dire qualche cosa nel particolare di dette inondazioni, sarà bene discorrere sopra l'uno, e l'altro di questi capi.

*L'accrescimento del corpo d'acqua si fa, o perchè le fontane ne somministrino in maggiore abbondanza, o perchè le piogge discendano più furiose, o perchè le nevi siano più copiose, o perchè le medesime si disfacciano con maggiore celerità.* Queste ultime cause si rendono patenti per osservazione immediata; poichè ognuno può bene giudicare della quantità della pioggia, dell'altezza delle nevi, e della prestezza del loro scioglimento: può anche conoscere l'abbondanza delle sorgenti, quando queste sono manifeste, come quelle, che danno l'origine a' fiumi; ma perchè ve ne ponno essere anche di quelle, che siano ignote, *può darsi il caso, che senza disfacimento di nevi, senza pioggia, senza aumento d'acqua alle sorgenti del fiume, il di lui corpo s'accresca.* Ognuno, che sia versato nella osservazione de' fiumi, o pratico delle storie di essi, sa, trovarsi alcuna volta negli alvei de' medesimi delle voragini, alcuna delle quali assorbisce l'acqua di essi, e fa scemarla, ed alcun'altra ne somministra loro della nuova, e fa accrescerla: di queste voragini se ne trovano anche nel mare, ed è famosa quella di Norvegia, che sei ore riceve l'acqua, e sei altre la rigetta; così la Cariddi di Sicilia ec.; e tra quelle de' fiumi si annoverano quelle del Danubio, alcune delle quali ingojano, ed altre vomitano l'acqua; e se non altro si trovano nella superficie della terra delle aperture, che ricevono tutta l'acqua di fiumi grandi, ed altre, dalle quali scaturiscono fiumi interi; perciò può darsi il caso, che nell'alveo di qualche fiume sempre coperto

to dall'acqua, o nel fondo di qualche lago vi sia alcuna di queste voragini, la quale per la maggior parte del tempo assorbendo le acque (e perciò mantenendole sempre basse), cessi per qualche giorno dal suo solito ufficio, e cagioni piene non prevedute, o piuttosto che dalla medesima scaturisca un'abbondanza di acqua così grande, ed insolita, che aumentando quelle del fiume, le obblighi a gonfiarsi straordinariamente.

Io non ardisco di asserire, che la causa delle inondazioni del Tevere sia di questa natura; ma quando sussista ciò, che vien riferito da qualche Autore, cioè essere accadute inondazioni spaventose a Ciel sereno, in calma di mare, senza venti, e senza nevi alle montagne, crederei giusto il motivo di dubitare, che le sorgenti o coperte, o scoperte ne fossero stata la causa, e che tornasse a conto l'accertarsi, se nell' alveo o del Tevere, o de' tributarj di esso vi sia alcuna voragine di tal natura. Egli è certo, che nell'alveo de' fiumi, che sono assai profondi, si manifestano sorgive; e di fatto in tempo d'acque basse si vedono grondare dalle ripe de' fiumi debolissime scaturigini d'acqua; ma di queste in caso simile non se ne tien conto veruno; siccome non si fa caso del consumo dell'acqua, che succede, come si è detto, ne' temporanei, quando venendo le piene, e trovando l'alveo asciutto, una parte dell'acqua resta imbevuta dalla siccità della terra, che l'attrae anco molto da lontano; e perciò alle prime piene dell'Autunno si vedono ravvivare le vene de' pozzi, e le sorgive delle campagne: sono però queste apparenze nient'altro, che un picciolo modello di ciò, che operano gli assorbimenti più grandi, e le sorgenti più gagliarde esistenti ne' letti de' fiumi. Si potrebbero addurre molte cagioni, per le quali le predette voragini ponno non operar sempre nella stessa maniera, o assorbendo, o rigettando l'acqua; ma perchè questo non è il principale oggetto di questo Trattato, tralasciando di far ciò, passeremo a considerare l'accrescimento dell'altezza dell'acqua per la diminuzione della velocità.

*Le cause, che ritardano la velocità de' fiumi, sono l'elevazione del pelo del recipiente, la direzione del moto di esso opposta a quella del filone dell'influente, il vento contrario, il ristringimento dell'alveo,*

*veo, e tutti gl'impedimenti inferiori*. Dell'elevazione del pelo del recipiente, e della direzione opposta allo sbocco abbiamo parlato abbastanza, trattando delle foci; e perciò tralascieremo di discorrerne quì. Rispetto alla forza del vento, questa dee considerarsi in due stati: perchè o ella s'esercita per una linea paralella all'orizzonte; *ed allora poco toglie di velocità all'acque del fiume*, potendo al più ritardare quella sola, che è nella superficie; e perciò non mai si vede, che il vento cagioni elevazione sensibile nell'acque correnti; ma solo un certo increspamento, che fa credere a' poco pratici, che il fiume corra all'insù, attribuendo essi a tuta l'acqua quel moto, che vedono nell' alzamento successivo dell'onde: ovvero la direzione del vento è inclinata al piano orizzontale; e *non v'ha dubbio, che secondo la diversa inclinazione, e la forza, che ha in essi, non possa produrre effetto più manifesto*, facendo l'onda del fiume più elevata; ed in ciò forse consiste tutto l'alzamento, che può far la direzione, e la forza del vento; ma perchè *il vento più inclinato all'orizzonte*, meno si oppone alla corrente; perciò anco *meno operan ritardarla, almeno nelle parti inferiori*, le quali si sa per prova, anche ne' mari più borascosi, non risentire il moto delle tempeste; anzi v'è chi crede portarsi la parte inferiore dell'onde con moto contrario quello del vento. Quindi è, che *per causa delle grandi inondazioni de' fiumi non ponno accusarsi i venti*, se non quanto fanno elevare la superficie del mare, dentro il quale devono avere i fiumi l'ingresso. Finalmente il ristringimento dell'alveo, e gli altri impedimenti inferiori o sono perpetui, ed in tal caso operano anche fuori del tempo delle piene; o pure sono accidentali, e temporanei; e rade volte s'incontrerà, che siano di tal forza, che possano far elevare notabilmente l'acque del fiume; ed in ogni caso è da considerarsi la loro qualità, per potere adequatamente discorrerne.

Abbiamo di sopra addotto per regola, che le piene de' fiumi escavino il loro letto, quando lo trova interrito dalle piene minori, o da altra cagione; tale proposizione però si dee intendere in termini abili; *perchè si danno de' casi*, tutto chè accidentali, *ne' quali le piene maggiori fanno delle deposizioni nel loro letto*, che non son fatte da altre

minori. Per esempio, una piena mezzana d'un fiume, che sgorghi nel mare in tempo della di lui somma bassezza, potrà o profondarsi il letto, oppure mantenerselo espurgato; il che non farà una piena maggiore, che trovi il mare borascoso; mentre ritardato il moto alle di lei acque, si deporrà nel fondo la materia più pesante, la quale cessando il ristagno, e continuando la piena, o sopravvenendone un'altra, di nuovo si solleverà, e sarà portata al suo termine. La diversità parimente delle direzioni, che hanno le acque di un fiume, durante una piena maggiore ( che nel diminuirsi di essa, riducendosi l'acqua ad un solo filone, si toglie ), è cagione, che nelle piene più grandi, contrastando una direzione coll'altra, e per conseguenza rallentandosi il moto, si deponga qualche materia arenosa; ma cessando il contrasto predetto delle direzioni, e perciò obbedendo l'acqua ad una sola di esse, riacquista il moto, che prima avea perduto, e la materia deposta, di nuovo viene incorporata all'acqua, e portata altrove.

Lo stesso accade al cessare repentino dell'abbondanza dell'acqua, che forma la piena; perchè essendo dalla violenza precedente rapita qualche materia pesante, e portata a seconda del fiume, mancando d'improvviso la forza, che la sosteneva, cade in un tratto al fondo, e cagiona dossi, l'elevazione de' quali sopra il piano del fiume porta seco un'inclinazione di superficie molte volte maggiore di quella, che può sostenere la corrente dell'acqua bassa senza corrosione; e perciò non rare volte s'osserva essere corroso il fondo del fiume, o piuttosto riportate via dall'acqua bassa, dopo la piena, le deposizioni fatte nel tempo di essa. I ribalzi fatti in tempo di piene dal fondo alla superficie, e che cessano sminuendosi la velocità dell'acqua, ( siansi essi prodotti o da impedimenti sollevati sopra il piano del fiume, o da gorghi, che rivomitino l'acqua per una direzione inclinata all'orizzonte ) fanno gli effetti stessi, che il contrasto delle direzioni moltiplicate; e perciò anche in questo caso ponno succedere delle deposizioni, le quali nel cessare della piena di nuovo si tolgano. Da queste osservazioni sono stati persuasi alcuni, che i fiumi torbidi interriscano tanto più, quanto sono maggiori, e che i fiumi chiari sempre scavino; ma da ciò, che abbiamo detto circa

lo

lo ſtabilimento degli alvei, chiaramente appariſce, che queſti ſono effetti di cauſe accidentali, e che le depoſizioni, e l' eſcavazioni naſcono da altro principio, che dalla torbidezza, non baſtando la preſenza della cauſa materiale, ma ricercandoſi di più l' efficiente, per produrre un effetto.

Tra gli effetti delle piene ſi contano le corroſioni delle ripe, e degli argini, e le rotte de' medeſimi. Della generazione delle prime abbiamo detto quanto occorreva *nel Cap. 6.*; ſolo ſi dee avvertire, che le corroſioni non ſono un effetto derivante da' ſoli moti, e direzioni del fiume; ma molte volte vi concorre la gravità della terra, la quale privata del ſuo fondamento nelle parti più baſſe della ripa, ſupera col ſuo peſo l' aderenza delle proprie parti, e ſtaccandoſi dal reſtante, cade nel gorgo ſottopoſto; nel qual luogo macerata dal continuo corſo del fiume, ſi ſcioglie in picciole particelle, ed incorporata all' acqua, viene portata altrove: quindi è, che nel maggior vigore delle piene ſcalzandoſi il piede delle ſponde, ſi toglie il ſoſtegno inferiore alla terra; ma eſſendovene un laterale, cioè l' altezza dell' acqua, che fa ſpinta contro *la ripa*, e tiene in qualche modo unite le parti della terra, queſta *durante la piena ſi ſoſtiene, ma nel calare della medeſima ſi vede dirupare, e manifeſtarſi la corroſione*; e quindi è, che le ripe, che ſtanno a perpendicolo ſul pelo dell' acqua, ſono più facili a corroderſi; e perciò *utile è il conſiglio di quelli, che ſcaricano le ripe de' froldi*, cioè che le diſpongono ad un piano inclinato all' orizzonte, sì perchè queſta ſituazione più reſiſte all' impeto del fiume, sì perchè le corroſioni inferiori non cagionano così grande ſtaccamento di terra nelle parti ſuperiori della ſponda, sì finalmente perchè la terra levata dalla ripa può ſervire, occorrendo, per rinforzo dell' argine alla parte eſteriore.

*Le corroſioni grandi* ſe non s'ha tempo, e forza d' impedirle, o di provvedervi, *in un fiume incaſſato altro non fanno, che renderlo ſempre più tortuoſo*, mutargli la via del filone, e per conſeguenza traſportare più alto, o più baſſo il vertice della corroſione; ma *ne' fiumi, che addimandano argini, ſono cauſa delle rotte de' medeſimi*, e delle inondazioni ad eſſe ſuſſeguenti. Non oſtante però che *la corroſione* anteceda qualunque rotta, *non è* quella *ſempre la principal cauſa di queſta*;

 poſcia-

posciachè il sormontare che fa l'acqua il piano superiore degli argini: il trapelare per i pori della terra, che li compone: l'impeto laterale contro argini deboli, che ponno esser tali o per la qualità della terra, o per la loro strettezza; e mille altre cagioni ponno concorrere a rovinarli. Pertanto nelle rotte si osservano comunemente varj effetti, i quali o sono comuni a tutte le rotte, o ricevono qualche particolarità, secondo la diversità delle cause, dalle quali procedono. Gli effetti adunque sono:

Primo: *lo scemarsi repentino della piena nelle parti superiori del fiume*, più, o meno, a misura della maggiore, o minore felicità dello scarico, che ha il fiume per essa. * Questo effetto nasce da ciò, che si è detto di sopra, cioè che le sponde del fiume fanno considerabile resistenza al corso dell'acqua, e che questa inferiormente ritardata dà occasione alla maggior elevazione non solo del proprio corpo, ma anche di quello dell'acqua superiore; levata perciò la resistenza della ripa, a causa della rottura dell'argine, e della libera espansione per le campagne, necessariamente l'acqua si rende più veloce (al che concorre anche alle volte la caduta precipitosa, che si trova al di sotto della rotta medesima); e perciò abbassandosi di pelo, permette, che la superficie del fiume nella parte superiore anch'essa si disponga ad un simile abbassamento. Effetto simile è stato dimostrato dal Sig. Lorenzo Bellini, insigne Medico, e Matematico Fiorentino, e famosissimo per le sue opere ricevute dal Mondo con tanto applauso, dover succedere nella cavata del sangue dalle vene, e dalle arterie degli animali, avendo una grande analogia il corso del sangue per i proprj vasi a quello dell'acque per gli alvei de' fiumi, ed equivalendo l'apertura della vena alla rottura d'un argine; siccome con questo simbolizzano le tuniche de' vasi predetti; il che ho voluto in questo luogo motivare, acciò appaja non essere così disparate le dottrine idrostatiche dalle mediche, anco pratiche, com'altri per avventura si crede; anzi essere affatto necessarie le prime a chi vuol ben intendere in molte parti le seconde, come spero di far vedere a suo tempo, applicando molte notizie desunte da questo trattato alla fisiologia medica, ed alla dottrina de' mali particolari.

* AN-NOT. VI.

Il secondo effetto delle rotte de' fiumi è, che *nelle parti inferiori*

*alla*

*alla rotta il corso dell' acqua si rende più tardo*, e ciò nasce dallo scemarsi che fa l' acqua in quel luogo, divertita al di sopra per l' apertura della rotta medesima.

Terzo: perciò *al di sotto delle rotte i fiumi torbidi fanno qualche deposizione, o dosso*, effetto del moto reso più languido.

Quarto: e per lo contrario *al di sopra succede maggior escavazione nel fondo, e maggior corrosione nelle ripe*, procedente dalla velocità maggiore del corso; il che tutto maggiormente s' osserva nelle rotte, che si chiamano *in cavamento*, cioè in quelle, nelle quali la sponda è corrosa, e portata via fino sul fondo del fiume, e più particolarmente, se il fiume avrà maggiore felicità di esito per la rotta, che per lo sbocco naturale.

Quinto: *non solo nelle parti inferiori si rallenterà il corso dell' acqua; ma anche potrà rivoltarsi all' insù*, particolarmente se di sotto alla rotta entrerà in vicinanza qualche fiume influente, l' acque del quale può darsi il caso, che o tutte si portino a scaricarsi per la rotta, oppure si dividano, scorrendo parte verso la rotta, parte verso la foce.

Sesto: *in caso che le acque del fiume influente inferiore scorrano tutte per la rotta, si muterà la cadente dell' alveo inferiore, inclinandosi al rovescio*, cioè verso la rotta, non con la declività propria del fiume recipiente, ma bensì con quella, che compete all' influente: * ciò però non può succedere perfettamente, che col progresso del tempo, qualora tal cadente debba farsi per deposizione; ma se essa dovrà farsi per escavazione ( come quando la rotta succede nella sponda d' un fiume, che abbia il fondo notabilmente elevato sopra il piano delle campagne ), allora poco tempo si richiede a formare, quasi del tutto, tale cadente; ed in questa circostanza può darsi il caso, che poco dopo seguita la rotta, l' acqua del fiume influente si rivolti tutta a correre per essa, ed abbandoni il letto inferiore: non già così, quando la cadente si dee fare per interrimento; poichè sul principio l' acqua dee scorrere bipartita, benchè dopo alzandosi colle deposizioni l' alveo inferiore al fiume influente, a poco a poco sia per escludere il corso dell' acqua per esso, o in tutto, o in parte, secondo la diversità delle circostanze.

* ANNOT. VII.

Set-

Settimo: *sintantochè dura la libera dilatazione dell' acqua uscita dalla rotta, saranno manifesti, e dureranno, sino a stabilirsi, gli effetti predetti*, e la rotta medesima si dilaterà a misura del corpo d'acqua, e della velocità del di lei corso; ma quando o comincierà a riempirsi la vastità del sito, nel quale ebbe prima lo sfogo, o pure quando le alluvioni comincieranno a formare le sponde all'acqua corrente della rotta, comincieranno gli effetti medesimi a mancare, e perciò il pelo delle piene comincierà ad elevarsi, il fondo scavato ad interrirsi di nuovo, il corso dell'acqua accelerato a ritardarsi, il ritardato ad accelerarsi ec. Quindi nasce l'errore di molti, i quali si danno a credere, che gli effetti, immediatamente susseguenti alle rotte, siano per continuar sempre, se si lasci, che i fiumi corrano liberamente per esse; e di questa natura è quello, che saviamente corresse il P. Castelli *al Corollario XIII. della sua misura delle acque*. Per altro egli è evidente, che gli effetti delle rotte devono cessare, chiuse che elle siano; perchè cessata la causa, cioè l'apertura dell'argine, è di necessità, che manchino ancora i di lei prodotti.

Ottavo: *quando l'acqua delle piene sormonta gli argini*, e cadendo dall'altezza di essi per lo pendìo loro esteriore, li corrode, e facilmente li rompe, *si forma un gorgo a' piedi dell' argine aperto*, che impedisce il prendere la rotta, cioè il rifar l'argine nel sito primiero; il che succede anco sempre ne' fiumi, che hanno il letto superiore al piano delle campagne.

Nono: ma *quando l' argine si rompe alla prima nel mezzo*, il che succede specialmente, quando o l'argine è troppo debole, o la corrosione si avanza gagliardamente ad indebolirlo, o pure quando l'acqua, insinuandosi per li di lui pori, comincia a dilatarli, ed a farsi strada per essi; *allora il gorgo si forma più lontano dall' argine nella campagna*.

Decimo: *e se potesse darsi il caso, che l'argine fosse rotto senza alcuna caduta d'acqua*, come qualche volta succede nelle rotte degli argini di poca altezza, e di molto superiori colla sua base al fondo del fiume; in tal caso *non si genererebbe gorgo veruno*, spandendosi l'acqua quietamente per le campagne.

Unde-

Undecimo: *quando si osserva, una rotta avere generati più gorghi in diversa distanza dall' argine, allora* prescindendo dalle altre cause, che ponno produrli, *è necessario, che l' argine sia stato rotto in diversi tempi*, cioè prima più alto, e poi più basso, o al contrario; *o pure che l' acqua ribalzata dal primo gorgo, ne abbia formato un altro*, il quale in tal caso sarà molto minore del più vicino all' argine.

Duodecimo: *l' acqua, ch' esce dalle rotte, sul principio corre bensì velocissima*; effetto e della caduta abbondante, che trova in esse, e della dilatazione immediata; *ma dopo breve tratto rallentandosi il moto*, e perduta la direzione, *si allarga per le campagne*, portandosi a riempire i luoghi bassi, che trova; e rigurgita anche all' insù, fino a formare il livello alla propria altezza, la quale si rende sempre maggiore, fintantochè trovando l' acqua esito proporzionato a qualche parte, si pareggi l' entrata con l' uscita, ed allora non si fa più altro alzamento. Quindi è, che la direzione ricevuta nell' uscire della rotta, spinge bensì l' acqua per qualche tratto a traverso della campagna, facendola anche sormontare siti alti, i quali non toccherebbe, voltata che fosse la rotta, anche in quel sito, ad altra parte; ma tal effetto non succede, che in poca distanza, mentre per altro l' acqua si porta a correre verso quella parte, dove maggiore è la caduta della campagna, maggiore l' apertura, e per conseguenza più facile l' esito, concorrendo anche a ciò la continuazione de' fossi, e degli alvei degli scoli delle campagne.

Per quello, che appartiene alla proporzione, con cui s' aumentano l' acque de' fiumi nelle piene, è dimostrato dal Castelli *alla Proposizione IV.* del primo libro della misura delle acque correnti: che *se un fiume entrerà in un altro fiume, l' altezza del primo nel proprio alveo, all, altezza, che avrà nell' alveo del secondo, avrà la proporzione composta delle proporzioni della larghezza dell' alveo del secondo alla larghezza dell' alveo del primo, e della velocità acquistata nell' alveo del secondo a quella, che avea nel proprio, e primo alveo*; ed alla *Proposizione V.*: *se un fiume scaricherà una quantità d' acqua in un tempo, e poi gli sopravverrà una piena, la quantità dell' acqua, che si scaricherà in altrettanto tempo della piena, a quella, che si scaricava prima, mentre il fiume*

*fiume era basso, avrà la proporzione composta della velocità della piena alla velocità della prima acqua, e dell' altezza della piena all' altezza della prima acqua*; e finalmente alla *Proposizione VI.: se due piene eguali del medesimo torrente entreranno in un fiume in diversi tempi, le altezze fatte dal torrente nel fiume avranno fra loro la proporzione reciproca delle velocità acquistate nel fiume*.

Tutte queste Proposizioni sono vere in teorica; ma egli è ben molto difficile in pratica di rinvenire la proporzione della velocità d' un fiume nel proprio alveo a quella, che acquista nell' alveo di quello, al quale s' unisce; la quale proporzione, nell' uso della quarta, e sesta Proposizione, indispensabilmente si richiede, per determinare l' altezza, colla quale corre il fiume influente per l' alveo del recipiente. In oltre nella pratica della quinta Proposizione, che pure è verissima, si ricerca la proporzione, colla quale crescono le velocità al crescere delle altezze, ad effetto di determinare quella, che hanno insieme le velocità del fiume alto, e basso; e questa non cammina della stessa maniera ne' canali orizzontali, e negl' inclinati, ne' quali ha luogo l' accelerazione del moto per cagione della discesa, essendo per altro difficile, anzi impossibile il rinvenire detta proporzione col mezzo dell' esperienza o di galleggianti trasportati dalla corrente, o di liquori colorati, framischiati all' acqua; poichè egli è fuori d' ogni dubbio, che le parti dell' acqua d' un fiume corrono con velocità differenti, o si desuma la diversità dalla larghezza, o dall' altezza della sezione.

* ANNOT. VIII. Per avvicinarsi dunque più al vero, * io stimo si debba ricorrere alla misura dell' acqua, che porta in un dato tempo la piena d' un fiume influente insieme con quella del recipiente; e figurandosi, che debbano correre unite, adattare la velocità di tutto il corpo alle condizioni dell' alveo del recipiente, per quindi rinvenire l' altezza, che in esso può fare l' influente. Poichè egli è certo, che un torrente, che corra per un alveo di gran pendìo, e perciò con gran velocità di discesa, farà una picciola sezione nel proprio letto; ma portando quantità grande di acqua in un fiume, che corra con poca caduta, potrà fare in esso alzamento di acqua considerabile; ed all' incontro un fiume influente di poca velocità

cità nel suo alveo, benchè abbia per tal cagione grande altezza di corpo, poca ne aggiugnerà a quella del recipiente, se questo avrà considerabile pendenza, e perciò molta velocità. Egli è ben vero, che per l'ordinario i fiumi corrono non con la velocità della discesa, ma bensì con quella, che imprime loro l'altezza del proprio corpo; e perciò in casi di tal natura si può senza scrupolo di errore considerabile ( particolarmente avendosi le necessarie avvertenze ) valere di questa proposizione: * *se un fiume crescerà per una piena sopravvegnente, la quantità dell'acqua prima della piena a quella della piena, avrà la proporzione composta della proporzione delle altezze, e della dimezzata delle altezze medesime*; * e conseguentemente può aver luogo la regola addotta da noi alla *Proposizione VIII. del Libro III. della misura delle acque*; le quali Proposizioni sebbene si devono intendere in termini astratti, e prescindendo da ogni sorte di resistenze, nulladimeno però, perchè è meglio, che l'errore porti piuttosto qualche cosa di più, che di meno, egli è certo, che in fatti correndo i fiumi con molte resistenze alle loro velocità, queste, in parità di circostanze, vengono sempre più impedite negli alvei minori, che ne' maggiori; e calcolandosi la proporzione dell'acqua de' primi a quella de' secondi maggiore di quella, che realmente sia, ne nasce altresì l'alzamento fatto nel fiume influente qualche poco maggiore del vero.

* ANNOT. IX.

* ANNOT. X.

A vantaggio della medesima proporzione sta l'ampiezza delle golene, che ne' fiumi maggiori è assai grande, la quale allargando la sezione nella parte superiore, contribuisce a rendere l'altezza reale tanto minore di quella, che nasce dal calcolo. Per evitare però questo secondo errore, buon consiglio sarà ( quando non si abbiano regolatori, che formino una sezione ben giusta ) quello di prendere le misure dell'altezza, e larghezza dell'uno, e dell'altro fiume nelle sezioni più anguste di essi; essendo certo, che correndo per esse, egualmente che per tutte le altre più larghe la medesima quantità di acqua, si trovano nelle medesime le larghezze, e le altezze delle sezioni più vive.

In questo proposito deesi in oltre considerare ciò, che abbiamo detto più volte; darsi cioè ne' fiumi maggiori delle larghezze d'alveo soprab-

bondanti; dal che nasce, che siccome ristringendosi esse al dovere, non si alzerebbe l'acqua del fiume un pelo, e nel sito del loro ristringimento potrebbe molte volte correre il fiume influente; così si possono dare de' casi, che un fiume influente entri pieno nel grand' alveo di un recipiente, e non vi faccia alzamento sensibile, quando per altro dal calcolo, che suppone sempre le larghezze vive, può essere, che risulti notabile, bastando a quest'effetto, che l'acqua stagnante, o girata ne' vortici delle sezioni più larghe, prenda direzione seguita all'ingiù, nella maniera medesima, che le piene de' fiumi influenti appena si elevano di superficie sopra il pelo dell'acque rigurgitate per li loro alvej dal recipiente: * e perchè vicino agli sbocchi (si aprano essi o nel mare, o in altri fiumi) la capicità dell'alveo si fa sempre maggiore; perciò le piene sopravvenienti in que' luoghi, fanno regolarmente minore alzamento al punto dell'unione, e (come si è detto di sopra) sempre minore, quanto più la piena s'avvicina allo sbocco. Se c'immagineremo, che due fiumi sbocchino nel mare con foci separate, ma quanto dir si possa vicine, egli è certo, che non elevandosi per l'influsso di alcuno di essi sensibilmente il pelo del mare, la piena di uno non dovrà alterare quella dell'altro: lo stesso succederebbe, se avessero il solo sbocco comune; ma se gli alvei si unissero insieme al di sopra della marina, ognuno facilmente giudicherà dover farsi qualche alzamento maggiore nelle piene unite, benchè poco, ed insensibile, con questa regola cioè, che sia minore nelle minori distanze dal mare, e maggiore nelle maggiori, fino però a un certo termine, e non più oltre, il qual termine è definito dal sito, al quale si estendono i rigurgiti dal recipiente. Quindi apparisce quanto importi di scegliere siti proporzionati, quando si vogliono fare le misure delle sezioni de' fiumi, per avere quella delle acque, che passano per essi; e fra l'altre può servire anche questa regola di non considerare per buone le sezioni degli alvei, che patiscono il rigurgito, come quelle, nelle quali sì le altezze, che le larghezze non sono mai vive. Deriva anche dalle predette considerazioni un altro avvertimento, cioè la cognizione del vantaggio, che si ricava dal mandar a sboccare i fiumi minori ne' maggiori in sito, dove arrivi il rigurgi-

* ANNOT. XI.

gi-

gito del mare; poichè ivi crescono meno in altezza i fiumi recipienti per l'unione degl'influenti, mancando in questo caso del suo ufficio il calcolo delle altezze sopraggiunte, che sempre darà di più del vero, siccome le sezioni del fiume sono sempre maggiori delle vive in altri luoghi di esso.

# CAPITOLO UNDECIMO.

## *Degli scoli delle Campagne, e loro regole.*

OLtre i fiumi maggiori, i quali hanno origine dalle proprie fonti nelle più alte montagne, ed i torrenti, che sebbene non hanno alimento da acque vive, nulladimeno anch'essi nascono da' monti, vi è un'altra specie di fiumicelli, che portano acque di sole piogge, ma cominciano nelle pianure. Questi poche volte, o non mai sono fatti dalla sola natura, bensì dall'arte degli uomini, i quali per essiccare le campagne, e renderle idonee alla cultura, hanno scavati fossi, ne' quali immediatamente s'introduce l'acqua delle piogge, e che vanno ad unirsi con altri, e finalmente a sboccare in un alveo comune, pure manualmente scavato, che si chiama con nome generale *scolo*, *fossa di scolo*, *condotto*, *tratturo*, *discussorio*, o in altra maniera, secondo la diversità de' paesi, e tali scoli hanno i nomi proprj, come si pratica rispetto a' fiumi. *Sono* dunque *gli scoli per lo più di pubblica ragione*, perchè è comune a molti il diritto d'introdurvi dentro le loro acque piovane, che per l'alveo de' medesimi scorrono verso il loro termine. Si dà però il caso, che alcune campagne non abbiano bisogno di pubblico scolo per essere mantenute asciutte, e queste sono quelle, le quali sono contigue alle ripe de' fiumi, che corrono incassati, dentro de' quali per fossi particolari introducono le acque loro; ma questi non meritano veruna considerazione, comechè sono piccioli, e perchè la natura medesima insegna di maneggiarli.

E' il pendìo delle pianure ordinariamente così poco, e la superficie delle medesime così disuguale, che *non sarebbe possibile, che l'acque delle piogge, se non fossero impetuose, senza l'uso dei fossi potessero scorrere per esse dall'alto al basso, e lasciare le campagne in istato di perfetta cultura*, particolarmente in tempo di Primavera, e d'Estate, quan-

do l'erbe cresciute facessero al loro scarico notabile impedimento. E' vero, che *tutte l'acque finalmente si riducono a' luoghi bassi*, e lasciano scoperti i più alti; ma è altrettanto vero, che per far ciò è necessario lungo spazio di tempo, nel quale la terra imbevuta di soverchio umore, s'insterilisce, e che si trovano sparsi per le pianure luoghi bassi, e racchiusi d'attorno attorno dai terreni più alti, ne' quali adunandosi l'acqua, e non potendone uscire, di necessità sarebbe una palude, come vediamo succedere ne' paesi negletti dagli uomini. Ciò ha posti in necessità i popoli di ridurre le pianure tutte comunicanti per via di fossi escavati, e d'indirizzare questi a quei luoghi, dove l'esperienza ha mostrato trovarsi conche, o basse continuate, e lungo di esse scavarne canali capaci a ricevere l'acque delle piogge per lo mezzo dei fossi delle campagne; * dal quale artifizio è nata l'esficcazione d'intere Provincie, rese, e mantenute fertilissime dalla continua conservazione delle primiere escavazioni.

* AN. NOT. I.

Hanno il loro termine questi condotti *o ne' fiumi vicini*, *o nelle paludi*, *stagni ec.*, *o nel mare*. Quelli, che sboccano ne' fiumi, bisogna, che *servano a campagne*, *che siano più alte almeno del fondo di essi*, *se sono temporanei*, *oppure del pelo basso dei medesimi*, *se sono perenni*. La foce parimente, che hanno al fiume, può essere *o libera*, *o difesa con chiaviche:* ponno avere la foce libera, cioè aperta in ogni tempo gli scoli, *il fondo de' quali è più alto*, *o almeno non più basso delle piene maggiori del fiume;* altrimenti se il fiume sarà torbido, rigurgitando per lo condotto, lo interrirà, e gli turerà lo sbocco; quindi è, che *i soli terreni assai alti ponno scolare a' condotto aperto ne' fiumi;* ma *se questi avranno argini* ( segno manifestissimo, che le piene di essi si elevano sopra il piano delle campagne ), *non sarà possibile d'avere lo sbocco sempre aperto allo scolo*, *ma bensì sarà necessario d'impedire con qualche macchina*, *che le piene del fiume non s'introducano nel condotto*, e che l'acque piovane, se ve ne sono, restino in esso, o ne' fossi delle campagne fin dopo la piena; terminata la quale, levando l'impedimento dallo sbocco del condotto, si dà scarico alla di lui acqua nel fiume.

So-

Sono molti gli artifizj adoprati per impedire il rigurgito de' fiumi negli scoli, dei quali non è quì luogo a trattarne, e può vedersi il Baratteri nell' *Architettura dell' Acque Part. I. Lib. VIII. Cap. XIX.* I più comuni però sono le chiaviche predette: si debbono bene avvertire in questi casi alcune circostanze, che danno motivo ad altrettante regole; poichè, (1.) *se i terreni, che debbono scolarsi per un condotto munito di chiavica, sono nello stesso piano orizzontale, non è necessario, che le sponde del condotto siano arginate*, perchè l'acqua in tempo, che la chiavica sta serrata, o non potrà sormontarle in alcuna parte, o sormontandole per troppa abbondanza, dovrà allagare egualmente tutte le campagne: effetto, che non ponno impedire gli argini, i quali perciò non porteranno veruna utilità, se questa non sia (in caso che la chiavica si rompesse: accidente assai raro) d'impedire l'inondazione delle campagne; per lo qual fine si richiederebbero altre cautele. (2.) Ma *se i terreni saranno declivi verso lo sbocco, come il più delle volte sono, sarà d'uopo, che gli argini del condotto nella parte della campagna più bassa siano elevati, tanto che bastino a pareggiare l'altezza della campagna più alta*, altrimenti l'acqua, che è tramandata da questa, potrà sormontarli, e fare inondazioni; quindi è, (3.) che *i terreni, i quali hanno gran declività nella loro superficie, non ponno avere lo scolo con chiavica, senza allagare i terreni inferiori nel tempo della chiusura*; e perciò in tal caso (4.) *bisogna separare lo scolo dei terreni alti* (tanto almeno, quanto la massima piena del fiume) *da quello degli altri, che sono più bassi, e mandare il primo a sboccare a foce aperta, ma munito di argini tanto alti, che possano sostenere il rigurgito nel fiume, e provvedere il secondo di chiavica, arginandolo*, quando occorra, nella maniera di sopra accennata. E' vero, che se l'acqua dello scolo aperto non correrà anch'essa, ed in tale abbondanza, che basti ad impedire il rigurgito della torbida, venendo la piena al fiume, l'interrirà; e può darsi il caso, facilissimo a succedere, che l'acqua dello scolo sia in sì poca quantità, che non basti, fatti che siano gl'interrimenti, a rimuoverli, e conseguentemente che siano necessarie nuove, e replicate escavazioni. In tal caso (5.) può aver luogo la chiavica *da chiudersi*

*Vedi la Tav. 11. Fig. 53.*

nel

*nel venire della piena del fiume, fintantochè l'acqua dello scolo sia alzata al pari di quella della piena, e poi da aprirsi di nuovo per dar esito alla nuov'acqua dello scolo, che sopravverrà;* poichè così sarà impedito il rigurgito della torbida, e la sopravveniente dello scolo avrà il suo scarico, e s'impediranno le inondazioni. ( 6. ) *Lo scolo dei terreni più bassi può aver esito, col beneficio delle chiaviche, o nel fiume, o nel condotto predetto; ma più facilmente in quello, che in questo;* perchè più si abbassa l'acqua del fiume, che quella dello scolo, anche a causa degl'interrimenti, che succedono nell'alveo del condotto, e non ponno accadere in quello del fiume, nel quale per conseguenza si avrà maggiore la caduta.

*Gli scolî, che vanno a terminare nelle paludi, stagni, e simili, ordinariamente hanno lo sbocco aperto;* e la ragione si è, perchè la differenza fra il maggiore alzamento, e il maggiore abbassamento dell'acqua delle paludi, per lo più non è tanta, che meriti, per impedirne il rigurgito, l'applicazione alla fabbrica della chiavica, e la fatica di maneggiarla; tanto più, che i terreni, i quali debbono scolarsi in esse, sono più alti del pelo altissimo della palude medesima, come che da essi deriva la copia dell'acqua, che la rende gonfia; oltre che non si dee temere di alcuno interrimento per lo rigurgito dell'acqua, che sempre è chiara. E' alle volte però così poca la declività del piano di campagna nelle parti inferiori contigue alla palude, che restando per la sua altezza la maggior parte dell'anno asciutto, solo in tempo dei maggiori gonfiamenti si bagna per lungo tratto: *in tali circostanze torna a conto il difendere con argini circondanti il terreno più alto*, acciocchè, crescendo l'acqua della palude, non s'inondi, ed in detto tempo trattenere nelle campagne l'acque piovane, che poscia nel calare della palude ponno scaricarsi in essa per uno, o più taglj fatti nell'argine medesimo. Tali siti non si riducono a cultura perfetta, come di sua natura paludosi; ma bensì si mantengono ad uso di pascoli, o di prati, ai quali giova l'umidità del terreno. Similmente, quando le paludi patiscono notabile accrescimento, come quando vi entrano dei fiumi, o sono soggette a ricevere le acque dei medesimi per espansione sopra le sponde di essi, allora

lora ponno aver luogo le chiaviche agli sbocchi degli scoli; ma *prima di risolvere di valersene, bisogna aver riflesso alla durata del gonfiamento della palude, all'altezza di esso, alla condizione dei terreni, e simili*; perchè da tali circostanze può essa essere resa o fruttuosa, o infruttuosa.

Quei condotti, che hanno esito immediato nel mare, richiedono anch'essi diverse considerazioni, secondo la diversità delle circostanze. Posciachè *il flusso, e riflusso, ed il gonfiamento delle borasche talora riescono di danno alle foci degli scoli, e talora di utile*. Ognuno sa, che *il mare si forma da se medesimo gli argini* all'intorno con monticelli di arena continuati, che da alcuni sono chiamati *dunne*, e da altri *albajoni*. L'altezza di questi difende il terreno interiore dalle inondazioni, che seguirebbero in tempo di borasca, e talvolta anche in tempo della consueta marea. Bisogna tagliare queste dunne, per introdurre il condotto nel mare; ma nello stesso tempo bisogna armarlo di forti argini, acciò introducendosi per lo taglio delle dunne l'acqua del mare borascoso, non si allarghi per le campagne a sommergerle, come qualche volta è succeduto nei paesi bassi, per sempre. Quindi per non mettersi a tale azzardo, *si suole provvedere con forti chiaviche*, che serrandosi quando il mare è alto, lo obbligano a contenersi ne' soliti limiti, ed aprendosi in mar basso, danno scolo alle acque trattenute nel tempo della chiusura. *In alcuni scoli* però, che o per la lunghezza del viaggio, o per altra cagione sono abbondanti di acqua in ogni tempo, ed equivalgono ai piccioli fiumi, *può darsi il caso, che le chiaviche non siano necessarie*, bastando l'influsso perenne di acqua abbondante a rispingere quella del mare; siccome non occorrono in quei siti, nei quali la campagna, scostandosi dal lido, si alza sempre, e considerabilmente. *L'osservazione dell'alzamento, che fa il mare tempestoso, paragonato al livello del piano della campagna, farà ben conoscere quali siano gli scoli, che richiedono chiaviche, e quali no*, e di qual sorte di argini debbano essere provveduti. Vi sono degli *scoli di campagna*, i quali *hanno le sue foci al mare così ampie, e profonde*, che formano piccioli Porti, e danno ricovero a qualche nave di mediocre grandezza: tal effetto può nascere o dal fondo naturale del mare in quel sito, o dall'abbon-

bondanza dell'acqua dello scolo, o dalla situazione del lido, o dalla direzione dello sbocco, non soggetta a quei venti impetuosi, che spingono nelle tempeste l'arena alla spiaggia, o dal flusso, e riflusso copioso del mare, o da qualche altro principio, che rimuova le cause degl'interrimenti, e promuova quella delle escavazioni, difficile ad immaginarsi senza l'osservazione oculare, e particolare del luogo. All'incontro * *ve ne sono degli altri, lo sbocco dei quali*, per così dire, *ad ogni soffio di vento contrario si serra*, e questi fa di mestieri o *divertirli da altra parte*, oppure, ristringendo l'acqua con palificate, *fare, che essa entri nel mare velocemente*, dimodochè vaglia a corrodere l'arena deposta, e ad impedire nuove deposizioni.

* Annot. II.

*Nell'uso degli scoli* non basta avere una buona foce, ma di più vi *è necessario, che le campagne possano tramandarvi dentro l'acqua delle piogge, e che l'alveo degli scoli medesimi non le spanda lateralmente*; perciò bisogna riflettere, che essendo per lo più l'acqua di tali fiumicelli assai scarsa in paragone di quella degli altri fiumi, se la medesima fosse torbida, acquisterebbe una considerabile caduta prima di stabilirsi l'alveo, la quale sarebbe, che nelle pianure di poco pendìo il fondo si elevasse notabilmente sopra il piano di terra, e si rendesse incapace a ricevere l'acqua delle campagne: quindi è, che *da tal sorte di acque non occorre aspettare veruna escavazione*, *ma* piuttosto *è necessario con opera manuale formare loro l'alveo*, e preparare la strada, che debbono tenere per portarsi al loro esito.

Quì è d'avvertire, che *l'escavazione dei condotti deve esser fatta così profonda, che possa ricevere l'acqua in grande abbondanza, e non lasci elevare il di lei pelo sopra il piano delle campagne*, e, se è possibile, nemmeno sopra il fondo dei fossi, che dentro vi scorrono. Oltre questi termini è superflua ogni escavazione, perchè allo scolo dei terreni *basta, che i fossi privati restino asciutti dopo le piogge*. Tale beneficio però in luoghi bassi molte volte non si può ottenere con tutta l'escavazione possibile, attesochè disposto che sia il fondo del condotto alla situazione orizzontale più bassa del livello del recipiente, quanto dee essere il fondo della foce del condotto, se sotto di esso si farà maggiore

esca-

eſcavazione, a poco altro ſervirà, che a tirare all'insù maggiore rigurgito, o a fare dei gorghi nel fondo del condotto; oltre che le eſcavazioni quanto più ſono profonde, addimandano maggior larghezza nella parte ſuperiore di eſſe, che nel noſtro caſo ſarebbe un conſumo di terreno ben grande, ſenza corriſpondente utilità. Egli è ben vero, che *nell' eſcavazione di queſti condotti è meglio abbondare nel molto, che mancare anche in poco;* e la ragione ſi è, perchè non oſtante che gli ſcoli delle campagne non portino che acque chiare, queſte non ponno però eſſere mai tanto limpide, che non ammettano qualche miſtura di limo, il quale viene portato via dalla ſuperficie dei campi, particolarmente in tempo di piogge impetuoſe, e ſe non altro, dal dirupamento, e slavamento delle ripe del condotto medeſimo; e perciò godendo l'acqua poca velocità di corſo a cauſa sì del poco pendìo dell'alveo, sì del poco corpo d'acqua, è neceſſario, che la materia terrea deponendoſi, alzi il fondo del condotto, e per conſeguenza ſi elevi il pelo dell'acqua, ſul quale non potranno più avere eſito felice le acque delle campagne; perciò *quanto maggiore ſarà l'eſcavazione, tanto più ſtarà il fondo del condotto ad arrivare a quel ſegno d'nterrimento, che può renderſi nocivo;* ma per lo contrario eſſendo difettoſa la primiera eſcavazione, immediatamente, e ſempre più ſi ſentiranno le conſeguenze del difetto, che anderà accreſcendoſi, e ſarà neceſſario di penſare ad una nuova eſcavazione. Quindi è, che gli ſcoli non potendo da ſe mantenerſi ſcavati, e neceſſariamente dovendo interrirſi per le cauſe ſopraddette inevitabili (oltre altre molte, che o l'ignoranza, o la malizia permette, e frappone), hanno biſogno le foſſe di ſcolo di temporanei replicati ſcavamenti, che alle occaſioni debbono intraprenderſi con buone regole.

* I. Verte la prima circa lo sbocco, *il fondo del quale quanto più s'abbaſſerà ſotto il pelo dell'acqua, in cui dee aver eſito il condotto, tanto più ſarà felice lo ſcolo;* il che però ſi dee intendere nei caſi, ne' quali la ſituazione della campagna addimandi, che ſi procuri tutta la poſſibile felicità di ſcolo: per altro *quando i terreni ſono alti, baſta provvederli abbondantemente di ſcolo, e tralaſciare quel più, che ſi potrebbe avere,* sì per non intraprendere ſpeſe inutili, sì per impedire i * AN-NOT. III.

mali effetti dell' escavazioni troppo profonde. *L'abbassamento perciò dello sbocco mai non si dee fare sotto il fondo del fiume, palude, o altro vaso, dentro il quale egli si apre*, perchè ciò sarebbe un getto inutile e di fatica, e di spesa; *nè meno si dee sempre abbassare lo sbocco sino al fondo predetto*, se la necessità non lo richiede. Ma occorrendo di farlo, come molte volte succede *a quelli, che entrano nelle paludi*, perchè la maggior profondità di queste non si trova, che rare volte nella circonferenza, ma per lo più al dentro di esse, *si dee prolungare l'escavazione sino al luogo più profondo*, e, s'è possibile, aperto, e libero dagl' impedimenti, che portano allo scarico delle acque l'erbe nascenti ne' luoghi paludosi.

II. La seconda regola è, che *l' escavazioni, che si fanno dentro le paludi per gli scoli, non devono essere secondate da argini*, se per altro motivo non sono necessarj; ma seppure la terra dell' escavazione dee fare qualche alzamento alle sponde, *si dee con taglj dare comunicazione all' acqua della palude con quella dello scolo*; e la ragione di ciò è, perchè *quanto più presto le acque correnti trovano il pelo d'acqua, sul quale debbono spianarsi, tanto più restano basse di superficie nelle parti superiori.*

III. Situato lo sbocco, e profondato quanto basta, si ha da determinare il fondo della escavazione, che ha da essere regolato dalla superficie dei terreni, che dentro vi debbono scolare, avendo riguardo ai più bassi; e perciò talora nelle parti inferiori può essere necessaria l'escavazione sino all' orizzontale del fondo dello sbocco, e talvolta può avere qualche declività maggiore, o minore, secondo la diversità de' casi; perciò non è necessario, che il fondo dei condotti stia disteso, secondo tutta la sua lunghezza, sul tipo d' una sola cadente, ma può averne diverse, secondo la differente positura della superficie delle campagne; ond'è, che questa, prima di determinare cosa alcuna, dovrà bene esaminarsi colla livellazione, nel fare la quale (* per issfuggire gli errori, che inevitabilmente si commettono nell'uso degli altri livelli, quantunque provveduti di cannocchiali, ec.) consiglierei sempre a valersi dell' acqua dei condotti medesimi, resa stagnante con argini transversali, e di quella dei fossi delle campagne, per esaminare la situazione di esse.

* ANNOT. IV.

Qui

Quì mi si presenta l'occasione di manifestare un *errore* assai *comune*, *che è di congetturare la felicità di uno scolo dalla velocità, colla quale si vede correre l'acqua di esso*. Non v'ha dubbio, per quello, che tante volte si è detto, che la velocità dell'acqua non dipenda o dal declivio dell'alveo, o dall'altezza viva della medesima: ogni volta adunque, che l'acqua si vedrà correre con gran velocità, bisognerà dire, o che l'alveo sia molto declive, o che l'altezza del corpo di acqua sia grande; e ciò (sia nell'una, o nell'altra maniera) porta pregiudizio allo scolo; poichè, se si parla della declività dell'alveo, * certo è, che quando l'alveo è più declive, il di lui fondo progredendo dal basso all' alto, si va più elevando, e per conseguenza va avvicinandosi al piano delle campagne, più che non sarebbe, quando il medesimo alveo avesse minore declività; il che vuol dire, *che la gran caduta dello scolo ne leva altrettanta ai fossi particolari*, che è quella, che principalmente dee desiderarsi: rispetto poi all'altezza viva dell'acqua dello scolo, ognuno sa, che *quanto è maggiore l'altezza dell'acqua, tanto più difficilmente vi entra dentro quella dei fossi laterali*; e perciò per l'uno, e per l'altro capo *la velocità dell'acqua del condotto non arguisce bontà in esso, ma piuttosto interrimento del di lui fondo*; ed infatti le acque degli scoli interriti, nel sormontare che fanno i dossi dell'interrimento, acquistano velocità maggiore, precipitando, per così dire, da essi; e da ciò principalmente si deduce l'esistenza del dosso medesimo. *Perchè uno scolo goda di tutta la felicità possibile, conviene, che il di lui pelo di acqua sia sempre orizzontale a quello del recipiente*; e ciò è incompatibile colla caduta del fondo dell'alveo, e colla grande altezza viva dell' acqua, che corre per esso; bensì *concorre a rendere il pelo medesimo se non affatto orizzontale, almeno insensibilmente differente da esso, il togliere tutta la caduta al fondo del condotto, ed il dargli tale latitudine, che per la soprabbondanza di essa renda l'acqua quasi stagnante*, ed abbassata quasi sul pelo del recipiente: circostanza, che toglie a questa quel grado di velocità, che per altro avrebbe, ristretto che fosse l'alveo. Piuttosto adunque *dal vedere l'acqua di uno scolo seguitamente sino al suo termine con poco moto, si può arguire, ch'esso faccia il*

* ANNOT. V.

*suo uffizio con felicità*, che dall'osservare in esso le acque assai veloci.

Io non voglio perciò negare, che la velocità dell'acqua in un condotto non sia una condizione desiderabile, ed utile, per mantenere espurgato il di lui alveo; o almeno per impedire, che l'interrimento non si faccia così sollecitamente; ma tale io l'asserisco solo nei casi, ne' quali i fossi particolari hanno in esso tutta la caduta, che loro fa di mestieri, e ne avanza al condotto tanta, che basti a smaltire l'acqua con gran velocità; altrimenti *se la caduta del condotto*, come il più delle volte accade, *leva a' fossi quella, che loro è necessaria, bisogna toglierla al primo, ed aggiungerla ai secondi, resti, o no veloce il corso dell'acqua del pubblico scolo.* Prescindendo da ciò, *torna sempre a conto di fare, che l'acqua del predetto scolo corra il più veloce, che sia possibile al suo termine*, acciocchè la velocità influisca in tenere più bassa la di lei superficie: *ciò si otterrà*, se si allontaneranno tutti gl'impedimenti, siano essi o erbe nate nel fondo dell'alveo, che in luoghi simili sono solite crescere ben alte, e impedire col loro corpo, ristringendo le sezioni del condotto, ed in altra maniera, la velocità all'acqua; o ponti, o lavorieri da pesche, o ripari, o simili: similmente se lo scolo (quando le altre circostanze lo permettano) si porterà al suo termine per la più breve linea; se si toglieranno quanto sia possibile le tortuosità; se lo sbocco dei fossi particolari entrerà a seconda della corrente; e generalmente *se si terrà lontano tutto ciò, che serve di ritardo al corso dell'acqua.*

IV. *La terra escavata dal condotto* (siasi o nella primiera costruzione di esso, o nelle reiterate escavazioni) *si porti, o si getti al largo, lontano dalla ripa del condotto*, acciocchè le piogge non ve la riportino dentro; e per la stessa ragione *bisognando regolarla in argine, si procuri, che la scarpa di esso verso il condotto sia poco declive, e tale sia anche quella dell'escavazione.*

V. Rispetto alla *larghezza degli scoli*, è certo, che *quanto sarà maggiore, tanto sarà migliore*: si dee però avvertire di non consumare inutilmente il terreno, particolarmente nei casi, ne' quali la caduta dei terreni può ammettere minore la larghezza, e collo stesso benefizio:

ma

ma negli *scoli*, *che sono muniti di chiavica*, *le fosse devono essere tanto larghe*, *che possano contenere*, *occorrendo*, *coll'ajuto dei fossi delle campagne*, *tutta*, *o la maggior parte dell' acqua*, *che può piovere nel tempo*, *nel quale* regolarmente *suole star serrata la chiavica*.

VI. Nell'elezione del luogo, nel quale si *debbono fabbricare le chiaviche*, si dee avere una particolare avvertenza, poichè debbono farsi *in tale distanza dal fiume*, *che la corrosione non possa avanzarsi a scuotere i di lei fondamenti*; altrimenti si sarà in pericolo di perdere in breve tempo l'uso di essa, e di obbligare gl'interessati alla spesa di nuova fabbrica: *non dee però detta distanza essere soverchia*, attesochè interrendosi ad ogni piena del fiume recipiente, quando sia torbido il canale, che dalla chiavica va al labbro del fiume, rendesi maggiore la spesa dell' escavazione, quanto più il detto canale è lungo. Inoltre *dee lo sbocco di detto canale secondare colla sua direzione la corrente del fiume*, e non mai terminare in un'alluvione, per la ragione allegata. Quindi è, che bisogna talmente attemperare le cose, che si uniscano insieme la sicurezza delle chiaviche, e la minore spesa possibile per l'escavazione del canale, che sta avanti di esse.

Quanto al maneggiare le medesime, non vi ha dubbio, che le regole dipendono dalla pratica, e dall'esperienza degli effetti sì del fiume, nel quale esse sboccano, sì del condotto, il quale da esse è terminato: generalmente però si può dare per regola, che *le chiaviche debbano stare aperte*, *ogni volta che l'acqua del condotto è*, *o sarebbe*, *chiusa che fosse la chiavica*, *più alta di quella del fiume*; *e sempre serrata*, *quando quella del fiume è più alta di quella del condotto*; perciò può darsi il caso, che un fiume corra con una piena altissima, e non ostante restino aperte le porte delle chiaviche, ed all'incontro debbano restar chiuse le medesime in una piena mezzana; perchè, se nel primo caso il condotto porterà acqua abbondante, potrà la di lei altezza pareggiare, ed anco superare quella della piena; ma nel secondo può essere l'acqua dello scolo così scarsa, che la piena mezzana la superi di molto nell'elevazione della superficie.

Serve anche per regola universale la seguente, cioè *se l'interrimento*

*mento fatto nel canale esteriore alla chiavica*, *cessando la piena*, *resta più basso*, *che il pelo dell' acqua ritenuta nel condotto interiore*, purchè in tale stato si possano aprire le porte, *basta dar esito all' acqua del condotto*, poichè questa coopererà ad escavare, o totalmente escaverà col suo corso l' interrimento di detto canale; tanto più, ch' egli suol esser facile ad essere levato, quando non sia ancora stato asciugato dal Sole; poichè in tale stato suol essere, per così dire, di natura mezzana fra l' acqua, e la terra. All' incontro *restando l' interrimento più alto del pelo dell' acqua interiore alla chiavica*, *conviene escavare manualmente un picciolo fossetto*, *e profondarlo tanto*, *che alzata che sia la porta della chiavica*, *possa correre per esso l' acqua trattenuta*, ed attendere, che col beneficio o del solo corso dell' acqua, o d' ajuto aggiuntovi, si levi il restante dell' interrimento; avvertendo sempre, che ciò, che si conosce non poter ottenersi dalla sola forza dell' acqua, si dee impetrare dalla fatica degli uomini.

VII. Hanno gli scoli le loro piene *in tempo di piogge*, e correndo ristretti fra le ripe, *può essere*, *che il corpo d' acqua di essi tanto si elevi*, *che possa sormontare le sponde nei siti inferiori*: in tal caso *è necessaria la difesa degli argini*, per impedire le inondazioni; ma i medesimi difficultano l' uso dello scolo ai terreni contigui; quindi fa di mestieri, che *questi abbiano uno scolo particolare*, *e in niuna maniera comunicante col primo*; *o pure*, dovendo essi scolare in questo, che *si provveda di chiaviche da chiudere in tempo di piena*, *e da aprirsi dopo che sarà cessata*. Può anche darsi il caso, che, se il condotto principale entrerà senza chiavica in un fiume, gl' interrimenti fatti dai rigurgiti di questo non pregiudichino già allo scolo de' terreni superiori, ma bensì a quello dei terreni inferiori, e riesca troppo dispendioso il levarli ad ogni piena; allora *se vi sarà luogo più idoneo*, *non torna conto di sboccare lo scolo minore nel maggiore*, ma bensì di portarlo ad altro termine più basso: e sebbene qualche volta osta l' andamento del medesimo scolo maggiore, il quale interseca la strada, che dovrebbe fare il minore; nulladimeno *si può per via di botte sotterranea far passare l' acqua sotto il di lui fondo*, *ed incamminarla a luogo conveniente*, come

ordinariamente si pratica nei casi simili, e quando i terreni sono così bassi di superficie, che richiedono, per lo scolo delle acque proprie, maggiore bassezza alla foce del condotto.

Giacchè l'occasione ha portato di avere a far menzione delle botti sotterranee, non sarà fuori di proposito di aggiugnere, per compimento di questa materia, qualche considerazione intorno di esse. Non è cosa nuova, che due corsi di acqua s'intersechino l'un l'altro, senza mischiarsi insieme di sorte veruna; e siccome procedono da diverse parti, così si portino, dopo l'intersecazione, verso parti contrarie. Ciò s'osserva frequentemente nei canali d'irrigazione, che bagnano quasi tutta la Lombardia, e nei condotti, pure di scolo, che tengono essiccata gran parte del Ferrarese, del Polesine di Rovigo, e del Paduvano. Si pratica ciò col far passare un canale sotto, o sopra di un altro, facendogli un alveo separato, o di muro, o di legname, per lo quale si porti da una ripa all'altra del canale, che si traversa. * Se tale fabbrica si fa in maniera, che possa servire di alveo ad un canale, che passi sopra dell'acqua di un altro, il quale scorra per un alveo di terra, ella si chiama *Ponte-canale*, perchè per l'appunto fa l'ufficio di ponte, ed insieme quello di canale; ma se la medesima fabbrica porterà l'acqua sotto il fondo di un altro fiume, o canale, che pure abbia l'alveo suo formato di terra, allora si chiama *botte sotterranea*.

* ANNOT. VI.

I ponti canali sono di due sorti, poichè o essi sono così elevati sopra il pelo del canale, sopra del quale passano, che il detto pelo, nè anche in tempo di piena, arrivi a toccarli; o pure così poco, che o in tempo di piena, o sempre, si faccia del ristagno dalla parte superiore. Sopra dei primi cadono poche considerazioni: solo si dee avvertire, che la loro altezza non pregiudichi alla caduta necessaria alla parte superiore del canale, che dentro vi corre, e che perciò non obblighi a soverchie, e replicate escavazioni: buona regola perciò sarebbe, *che il loro fondo si accomodasse alla cadente naturale del fondo di esso canale*, perchè situandolo alla prima più basso, si leverà la caduta alla parte inferiore, e perciò succederanno deposizioni, che obbligheranno a fare nuovo alzamento di sponde, o pure a mantenere scavato l'alveo predetto;

e fa-

e facendolo più alto, si faranno interrimenti nella parte superiore; e nella inferiore vi sarà una cateratta, che col corso troppo veloce dell' acqua potrà mettere in pericolo la fabbrica: ben è vero, che in tali casi, nei quali per lo più i canali sono piccioli, le cadute sono altresì difettose, e l' escavazione supplisce ad ogni cattivo effetto. Ma se si dovesse praticare tale artificio in fiumi grandi, sarebbe necessaria ogni maggiore avvertenza, e si dovrebbe anche considerare ciò, che potesse succedere, quando per alcuno di quelli accidenti, dei quali non manca l' incertezza delle cose mondane, restasse o deteriorata, o distrutta la fabbrica del ponte-canale; che mezzi, potessero tenersi nella di lui riedificazione, o ristorazione, a qual parte si dovesse nel tempo dell' operazione divertire il fiume, onde si avesse a ricavare il denaro, e se l' enormità della spesa necessaria per eseguire simili intraprese, avesse in contrapposto quell' utile, ch' ella merita. Quindi è, che *le fabbriche di tal sorte non si vedono in uso*, *che per acque mediocri*, *e per lo più chiare*, circa le quali non sono necessarie tante cautele.

I ponti canali poi, i quali col loro fondo arrivano a toccare la superficie dell' acque del fiume, che traversano, oltre le predette riflessioni, addimandano la ponderazione degli effetti, che ponno succedere nel fiume inferiore, i quali, *quando veramente non succeda ristagno d' acqua*, *non saranno differenti da quelli*, *che fa un ponte ordinario*, e dei quali abbiamo avuto discorso nel *Capitolo VII.*; ma quando faccia ristagno, cioè quando la superficie dell' acqua del fiume inferiore sia obbligata, a causa dell' impedimento incontrato, ad elevarsi nella parte superiore al ponte canale più della di lui apertura; allora, secondo la diversa velocità dell' acqua, nasceranno effetti diversi; poichè *in ogni maniera l' acqua impedita vorrà farsi*, *davanti al ponte*, *quell' altezza*, *che può essere sufficiente ad acquistare tanta velocità*, *da passare tutta per lo vano del ponte medesimo*; e perchè, trovandosi l' acqua molto veloce, per causa dei gradi di celerità acquistati nella discesa, non accresce a se medesima nuova velocità per poca altezza d' acqua sopraggiunta, può darsi il caso, che questa si faccia tanto grande, che sormonti le ripe, o l' ostacolo del Ponte-canale; e con ciò o trovi altra strada al suo

corso,

corso, o renda inutile, ed anche rovini la fabbrica di esso. *Ordinariamente* però ciò non accaderà; ma *acquisterà l'acqua tale altezza, che potrà passare per lo vacuo del ponte*. Ben è vero, che accrescendosi con questo mezzo la velocità dell'acqua medesima, *se il fondo del canale inferiore non avrà una soglia stabile, si formerà un gorgo sotto il ponte, che potrà mettere in pericolo i fondamenti di esso*, i quali perciò, nell'ideare la fabbrica del medesimo, si debbono determinare molto profondi, ad oggetto di prevenire il pericolo. E' superfluo il motivare, che *la larghezza di queste fabbriche non deve essere minore di quella dell'alveo ordinario del canale*, che dee passare per esse, e che *la loro lunghezza non deve estendersi solamente per tutta la larghezza del fiume inferiore, ma molto più*, col fine d'impedire, che l'acqua del canale superiore, o trapelando per li pori della terra, o rodendo da alcuna parte le proprie sponde, non si faccia strada, o non si apra una foce nelle sponde dell'inferiore; e perciò *nei fiumi, le corrosioni dei quali non sono facili da impedire, l'esito dei ponti canali è incerto*, non avendosi sicurezza, ch'essi debbano sempre andare ad imboccarli.

Simboleggiano coi ponti-canali di quest'ultima sorte *le botti sotterranee*, poichè queste *non sono altro, che il vano, che lasciano essi sotto di loro, fortificato con fabbrica di muro, o di legno*: queste pure sono di due sorti, cioè o col fondo piano, o col fondo concavo: le prime di nuovo si dividono, perchè o l'acque passano per la botte liberamente, e senza essere trattenute, o pure con ristagno. *Le botti libere traversano il fiume, o canale superiore per di sotto, senz'alcuna variazione nel corso dell'acqua del canale inferiore*; ma dee avvertirsi, che non ponno aver luogo, che in caso di traversare un fiume, il fondo del quale sia molto elevato sopra quello del canale, che passa per esse, ed *è necessario, che la differenza delle cadute, addimandate dall'uno, e dall'altro canale per condursi al suo termine, sia almeno tanta, quanta dev'essere l'altezza della botte, compresa la grossezza del volto di essa, e la caduta sia maggiore nel canale superiore*; altrimenti, parlando di acque, che interriscano gli alvei proprj, * o la botte muterà natura, o si renderà inutile in breve tempo. *Le botti ristagna-*

*Vedi la Tav. 13. Fig. 55. 56.*

* ANNOT. VII.

te poi *producono quegli effetti*, *che* di ſopra *abbiamo detto ſuccedere*, *quando l'acque*, *che paſſano ſotto i ponti canali*, *fanno del riſtagno*, ed a queſto ſi dee avere riguardo, nel munire di argini il canale dalla parte di ſopra. Finalmente *le botti*, *che hanno il fondo concavo*, *ſono del genere di quelle*, *che hanno neceſſario il riſtagno*, e ſi praticano nei caſi, nei quali ſi devono traverſare fiumi, o canali più baſſi di fondo di quello permetta la cadente del canale, che dee paſſare per la botte; poichè, *ſe il canale traverſato eſigerà caduta minore di quella*, *che addimanda il canale traverſante*, *biſognerà*, *che queſto vi paſſi ſopra per un ponte-canale*, *o non potendo* ( come quando la differenza di dette cadute è minore del corpo d'acqua, che porta il canale traverſato ) *paſſi ſotto il di lui fondo*, *ma per una botte concava*, dentro la quale diſcendendo l'acqua dalla parte ſuperiore, riſalti poi, e torni fuori a forza d'equilibrio nella parte inferiore, dove trovando un alveo proporzionato, s'incammini per eſſo al ſuo viaggio. *L'acqua*, che corre per botti di queſta ſorte, s'ella *è perenne*, *biſogna*, *che le mantenga ſempre piene*, perchè è neceſſaria la continuazione dell'acqua, e la reſiſtenza delle ſponde, acciò la forza dell'equilibrio poſſa operare; anzi *le parti interiori tutte della fabbrica patiſcono dall'acqua medeſima una ſpinta conſiderabile*, *che rendeſi maggiore*, *quanto più grande è la ſaetta della concavità*, cioè a dire, quanto più la medeſima botte reſta profonda: quindi è, che nel deſtinare le groſſezze dei volti di eſſa, biſogna avere rifleſſo alla forza, alla quale devono reſiſtere, ed abbondare piuttoſto, che mancare nella robuſtezza, e buona coſtruzione del lavoro, atteſa la difficoltà, che ſi può incontrare nell'avere di nuovo a porvi le mani a cagione sì del canale, che vi paſſa ſopra, sì di quello, che dentro vi dee ſcorrere. *Le botti concave non ponno ſervire per acque*, *che portino ſaſſi*, *o ghiare*, perchè queſte materie non trovano già difficoltà veruna ad entrare in eſſe, ma ne incontrano molta all'uſcirne, che ſi rende loro difficile, ſe non impoſſibile, contraſtando al rimontare in alto la gravità delle medeſime: quindi è, che in tali circoſtanze riempiendoſi, ſi chiude il paſſaggio all'acqua, e la botte ceſſa dal ſuo ufficio. Lo ſteſſo fanno, ma in più lungo ſpazio di tempo, l'acque, che depongono

dei

dei tartari dai lati dei condotti, che le portano; e perciò bisogna esaminare la natura dell'acqua, prima d'intraprendere il lavoro.

Gli effetti sono di dare il passaggio assai buono alle acque da una parte all'altra del fiume, che traversano, quand'anche portino materia limosa; perchè questa restando incorporata all'acqua, seguita con facilità i moti di essa, e cessando il corso, può ben deporsi il limo; ma restando bagnato dall'acqua continua, che resta stagnante nel concavo della botte, è facile a sollevarsi di nuovo, e ad uscirne al primo corso d'acqua, che sopravvenga. Maggiore difficoltà s'incontrerà nelle materie arenose, che ponno essere di differente peso, e grossezza; delle quali perciò altre usciranno con facilità, altre con difficoltà, ed altre di niuna maniera; dipendendo ciò dalla proporzione, che ha la forza dell'acqua alla resistenza della materia, che da essa dev'essere trasportata. Per determinare la forza dell'acqua, serve molto l'osservazione della differenza del livello de' peli d'acqua, tanto all'entrare, che all'uscire dalla botte; poichè *se il pelo dell'acqua, che entra, sarà orizzontale con quello dell'acqua, che esce* ( come succede quando i fondi del canale superiore, ed inferiore sono nella cadente medesima, e l'acqua non riceve impedimento veruno all'entrata ) *eguale sarà la forza dell'acqua da una parte, e dall'altra della botte*; ma *se l'acqua avrà il pelo più alto all'entrare, che all'uscire dalla botte, allora maggiore sarà la forza dell'acqua, che esce*. La resistenza poi della materia, che deve essere trasportata, si varia dalla mole, e gravità de' piccioli rottami di essa; e quando non possa essere sollevata, ed incorporata all'acqua, come succede alle arene più grosse, si varia in più modi la resistenza di queste, secondo la diversa inclinazione del piano, sul quale devono scorrere; quindi è, che *la diversa concavità della botte contribuisce molto o a lasciar uscire, o a trattenere le materie pesanti*, essendo certo, che la medesima molecola di arena potrà essere trasportata da una forza determinata per un piano poco acclive, e non potrà essere spinta un pelo dalla forza medesima, accrescendosi l'acclività. Tutto ciò fa conoscere, che l'uso delle botti sotterranee, particolarmente di quest'ultima specie, si estende poco più oltre, che a piccioli canali, che portino acque chiare,

come sono gli scoli delle campagne, e simili; e che i ponti-canali a poco altro servono, che ai canali regolati, o ai piccioli fiumicelli temporanei, i quali poco importa se siano torbidi, o portino materia ghiarosa, purchè il fondo del ponte-canale sia accomodato alla naturale cadente di essi.

Ritornando alla materia degli scoli, resta da determinare un punto, che suol cagionare molte volte dispareri ben grandi fra quelli, che si credono interessati in un pubblico condotto; ed è, *se sia meglio unire tutte l'acque d'una ragione, o tratto di paese in una sola fossa di scolo, oppure dividerle, mandandole per diversi condotti al loro termine.* Noi abbiamo detto nel *Cap. IX.*, parlando dell'unione di più fiumi insieme, che quanto maggiore è il corpo d'acqua, che corre per un fiume, tanto maggiormente si profonda il di lui alveo, e tanto più s'abbassa la di lui superficie nelle massime piene. Se questa dottrina si potesse applicare agli alvei degli scoli, sarebbe decisa la quistione a favore dell'unione di tutte le acque in un sol condotto; ma in fatti ella non è applicabile, perchè parlando di fiumi, s'intende, che abbiano gli alvei stabiliti, e non possano elevarsi per deposizione di materia; il che non succede negli *scoli*, che *hanno sempre* dall'escavazione manuale *declività minore di quella, che richiede l'unione delle loro circostanze*: non mantenendosi adunque gli scoli escavati a forza di acqua, nemmeno può l'acqua aggiunta, se non sia quella di un fiume ben grande, accrescer loro il profondamento dell'alveo; e perciò *converrà, che quanto maggiore è il corpo di acqua, che scorre per esso, tanto più alto sia il di lei pelo*; e per conseguenza *può darsi il caso, che pregiudichi allo scolo de' fossi particolari*, che *debbono avere l'ingresso nell'alveo medesimo*. Si dee dunque avvertire all'alzamento del pelo, che ponno fare nel condotto tutte le acque unite; e quando esso resti in istato di non rendersi nocivo a veruno, *quante più acque si uniscono, tanto è più utile*; perchè oltre il consumare meno di terreno, e il non intersecare la campagna con tanti condotti, si uniscono altresì più borse in un solo interesse, cioè alla manutenzione dell'alveo dello scolo, che riesce meno dispendiosa a' particolari. Bisogna adunque, *quando si tratta di aggiugnere nuov'*

*acqua*

*acqua ad un condotto di scolo, nè subito rigettare la proposizione, nè subito approvarla; ma bensì ponderare gli effetti, che ne ponno succedere;* e rinvenutili, mettere in bilancia i vantaggi, ed i pregiudicj, che se ne ponno ricevere; e secondo la prevalenza o degli uni, o degli altri, risolversi o ad ammettere la proposizione con equità, o a rigettarla con giustizia; e quando la disposizione della legge obblighi la parte inferiore a ricevere le acque tuttochè nuove della superiore, anche con pregiudicio, pensare a que' ripieghi, che ponno togliere, o almeno sminuire il danno, fra i quali non ha picciola parte la dilatazione dell'alveo del condotto.

Circa l'elezione dei luoghi, per i quali si debbono far passare le fosse di scolo, abbiamo detto di sopra esser essi per lo più indicati dalla natura, col fare da se la strada allo scarico delle acque; e perciò non è alle volte troppo sano consiglio, col motivo di abbreviare la linea dello scolo, mutargli situazione; perchè i terreni più bassi, restando in sito lontano dal condotto, può essere, che comincino a patire di scolo. E' però certo, che in parità di circostanze la linea retta è sempre da preferirsi alla curva; ma sopra ciò non si può dare regola veruna, dipendendo l'elezione del luogo per lo scolo da molte condizioni, che debbono osservarsi sul fatto.

# CAPITOLO DUODECIMO.

## *De' canali regolati, e delle regole più principali da osservarsi nella derivazione di essi.*

SI pratica appresso i popoli più industriosi di derivare dai fiumi maggiori qualche porzione di acqua, che serva a varj usi degli uomini, cioè o alle irrigazioni, o alle navigazioni, o a far muovere edificj diretti a diverse sorti di lavoro, o a fontane, o ad altro. In tali derivazioni però, se non sono ben maneggiate, s'incontrano frequentemente delle difficoltà, e ne nascono molti pregiudicj; e questa è la ragione,

per

per la quale abbiamo creduto di dovere in questo Capitolo separatamente discorrerne.

Sono tali acque derivate dette *canali regolati*, perchè nei loro alvei per lo più è così regolata l'introduzione delle acque, che ad ogni volontà di chi li regola ponno esse e sminuirsi, e affatto togliersi; senza di che equivarrebbero ad un ramo, o braccio di fiume naturale, e in tal caso non potrebbero dirsi regolati: simbolizzano nulladimeno i canali regolati coi rami dei fiumi, i quali ricevono l'acqua dal loro tronco principale per sola regola di natura, ed hanno, secondo il più, ed il meno, le proprietà del fiume, dal quale si partono; ond'è, che per intendere la natura dei canali regolati, è d'uopo di ben intendere prima quella dei rami dei fiumi.

Si dee adunque osservare, *che ad effetto che questi si mantengano, si richiede eguale caduta nell'uno, e nell'altro di essi; egualmente spedita l'introduzione dell'acqua nell'imboccatura dei medesimi; eguali le resistenze nelle ripe, e particolarmente nel fondo degli alvei, ed in fine eguali tutte le circostanze, che ponno o accrescere, o conservare, o ritardare le velocità dell'acqua, che scorre per essi*; dall'egualità delle quali cose si forma un esatto equilibrio, al quale succede una perpetua conservazione dei rami, nei quali si divide il tronco primario di un fiume. Può però darsi il caso, che si abbia l'equilibrio delle circostanze, e per conseguenza che si mantenga il corso del fiume per i suoi rami, senza che le medesime siano eguali ad una ad una; purchè il difetto della prima sia compensato coll'eccesso della seconda; essendo certo appresso i Geometri, che dalle proporzioni reciproche si compone la proporzione di egualità.

Ponno anche conservarsi i rami di un fiume presso a poco nello stato medesimo, per cagione di un continuo sconcerto del sopraccennato equilibrio, purchè la prevalenza delle condizioni si permuti a favore ora dell'accrescimento, ora del decrescimento del ramo medesimo; poichè *allora le cose si mantengono a un dipresso nell'istesso stato, quando continuamente, e per brevi intervalli di tempo crescono, e calano, librandosi, per così dire, attorno il termine di mezzo, che è quello, che*

*sta*

*fta tra il maffimo accrefcerfi*, *ed il maffimo diminuirfi*. Ciò nei fiumi il più delle volte *fuccede per la diverfa direzione dell' imboccatura*, la quale, fecondo che è più favorevole ad un ramo, che all' altro, fa entrare maggior corpo di acqua nel primo, che nel fecondo; il che contribuifce alla di lui efcavazione, e dilatazione; ma cambiandofi, come molte volte avviene, la direzione del filone, e voltandofi all'altra parte, ne fegue, che il ramo, il quale pareva tendeffe all'effere abbandonato dal fiume, di nuovo lo riceva abbondantemente; e l'altro, che correva gonfio, ritorni alla fua primiera debolezza. Per altro, quando in un ramo vi fono impedimenti ftabili, e nell'altro perpetua felicità di corfo; in una parola, quando un ramo gode continuamente delle condizioni più vantaggiofe al di lui corfo, alla di lui dilatazione, ed efcavazione, nè mai fi viene all'equilibrio colle condizioni dell' altro, * è neceffario, che il medefimo afforbifca col tempo tutta l' acqua del fiume, e che l'altro ramo fia interamente abbandonato, particolarmente in cafo di acque torbide, le quali, illanguidendofi il moto, interrifcono il proprio letto: ho detto *particolarmente in cafo di acque torbide*, perchè effendo le acque portate dal fiume in ogni tempo chiare, ponno per molti altri capi mantenerfi nel medefimo diverfi rami, i quali tutti portino acqua in diverfa proporzione, fenza confiderabile alterazione da un tempo all' altro, come fuccede nei canali d' irrigazione, e fimili. * ANNOT. I.

Quando dunque fi vuol derivare l'acqua da qualche fiume, *è neceffario* per prima regola *di fuperare in qualche maniera la forza*, *colla quale effo corre per l' alveo proprio*, acciocchè poffa prendere ftrada diverfa; il che nei fiumi incaffati difficilmente, negli arginati facilmente fi confeguifce; pofciachè in quefti il continuo sforzo, che fa contro le fponde l' altezza dell' acqua, ferve per principio efficiente a farle prendere altra direzione; * e bafta tagliar l' argine, perchè l' acqua ne efca, e s' introduca dove fi vuole, come abbiamo detto, parlando delle rotte de' fiumi. Quindi è, che fe avanti l' incifione dell' argine farà ftato preparato un canale proporzionato, che abbia fufficiente caduta al fuo termine, l' acqua ufcita dal fiume comincierà a correre per effo, e vi fi * ANNOT. II.

manterrà, incontrandovi il predetto equilibrio di cicostanze; e perdendosi, converrà ricuperarlo coll'arte. *Non è* però *ſicuro il fare la ſola inciſione dell'argine*, atteſa la facilità, colla quale gli argini ſono corroſi dal corſo dell'acqua, particolarmente in quei luoghi, dove il fiume ſi divide in più rami; e perciò *egli è neceſſario fortificare le parti laterali dell'incile con fabbrica di muro, e di conſtruzione, ſimile a quella, che ſi pratica nelle chiaviche*, che ſervono agli ſcoli, alla quale applicandoſi delle porte, o cateratte di legno, potranno queſte ſervire per regolare l'introduzione dell'acqua, che ſi riceve a miſura del biſogno, e sforzare la ſoprabbondante a correre per l'alveo del fiume.

In caſo ſi deſideri l'acqua in tempo ch'ella è baſſa, è neceſſario, che *le ſoglie di queſte chiaviche reſtino inferiori al pelo baſſo del fiume*; ma volendoſi ſolo in tempo di piena, ſi debbono fare più alte: *e quando le medeſime chiaviche*, o tagli di argine *aveſſero a ſervire per diverſivi*, diretti al fine di dare sfogo, o reſpiro alle acque del fiume, *biſogna porre le ſoglie a quell'altezza, che ſi può credere neceſſaria all'intento deſiderato*. In propoſito però *di queſti diverſivi*, è da rifletterſi quì al *poco utile*, che *apportano*, come avviſa il Caſtelli *al Corollario* 13., e come può dedurſi da ciò, che noi abbiamo detto di ſopra al *Cap.* 9., atteſa sì la poc'acqua, che ſcaricano, in proporzione di tutta quella del fiume; sì la poca altezza, che levano da quella, che ſenza di eſſi ſarebbeſi nell'alveo del fiume medeſimo; sì l'interrimento degli alvei, che ſuccede al di ſotto dei diverſivi; sì il pericolo, a cui ſi ſoggettano le campagne contigue all'alveo, per lo quale debbono ſcorrere le acque divertite; sì finalmente la perdita del terreno, che viene occupato dal medeſimo: perciò a titolo di dare ſcarico all'acqua di un fiume, di rado accadrà, particolarmente nelle pianure, che i beneficj di uno di queſti diverſivi meritino la ſpeſa di fabbricarlo. Ma ſe la diverſione ſarà fatta anche per altri fini, come per rendere facile il commercio delle parti di una Provincia, mediante la navigazione, o per altri uſi egualmente profittevoli, potranno ſimili diramazioni eſſere utilmente praticate, come ſi vede nel Poleſine di Rovigo, ove la moltiplicazione dei canali, derivati dall'Adige dalla Serm̃a Repubblica di Venezia, rende non mediocre vantaggio a quei popoli.

Dai

*Dai fiumi incassati è* ben *più difficile fare delle diversioni*, particolarmente quando le sponde sono alte, e superiori al bisogno del fiume, e che il termine, al quale si vuol condurre l'acqua, è più alto del pelo del fiume medesimo. In tal caso *è necessario cercare nelle parti superiori del fiume un sito tant' alto, che da esso possa l'acqua scorrere al sito destinato; e* molte volte è necessario *traversare tutto l'alveo con qualche fabbrica* di muro, o di legname ( che volgarmente si chiama chiusa, o pescaja, e da altri, a riguardo della caduta di acqua, che vi succede, si dice ancora cateratta), * *affine di elevare il pelo dell' acqua, tanto che possa entrare nel canale preparato per la di lei condotta*. Si vedono simili macchine, fatte per diramare canali ad uso delle Città ec., quasi in tutti i fiumi, a riserva de' reali ( dentro l'alveo dei quali è difficile, se non affatto impossibile il fabbricarle), e fanno degli effetti, che meritano una particolare considerazione. * ANNOT. III.

I. Edificata che sia una di queste cateratte, negando ella il passaggio all' acqua del fiume, è d' uopo, che questa si elevi, e riempia tutto il tratto dell' alveo superiore, che sta sotto il livello della soglia, o sommità di detta cateratta, formando con ciò uno stagno di acqua, a modo di un laghetto, la cavità del quale in breve tempo sarà riempiuta di materia portata dal fiume, cioè di sassi, arena, terra, e simili; e con ciò *alzandosi il letto del fiume sino all' altezza della chiusa, darà* altresì *occasione ad un simile, e proporzionato alzamento nelle parti superiori dell' alveo medesimo*.

II. *Nelle parti inferiori di detto alveo non si altera* perciò *la situazione del fondo*, quando esso altramente sia stabilito, e non si dia luogo ad alcuna di quelle cause, che sono proprie per far elevare il fondo de' fiumi, come sarebbe la costruzione di qualche altra chiusa più al basso, il prolungamento della linea dell' alveo ec. E ciò è assolutamente vero, quando *la chiusa* non serva a cavare acqua dal fiume; ma *se* la medesima *sarà destinata a quest' effetto, sarà altresì necessario, che* ogni volta che l'acqua derivata abbia alla rimanente una sensibile, e considerabile proporzione, *il fondo del fiume inferiore alla chiusa si elevi;* posciachè non alzandosi più in tal sito le piene alla misura di pri-

ma, richiederanno queste maggiore declività di fondo per non deporre la torbida ec., e non avendola, dovrà elevarsi l'alveo, fino ad acquistarla; per altro, *essendo insensibile la proporzione delle acque predette* ( come per lo più succede, e come si è detto dover succedere, parlando dei diversivi ) *insensibile* parimenti *sarà l'effetto dell'alzamento del fondo al di sotto della chiusa*; nel qual sito, a cagione della caduta dell'acqua, si farà immediatamente un gorgo, e poscia un dosso composto della materia più pesante, che porti il fiume in quel sito, dopo del quale si disporrà il fondo a quella cadente, che è dovuta alle cause, e circostanze del fiume. Questa osservazione, facilissima da farsi nei siti delle cateratte, fa assai ben conoscere, che *lo stabilimento de' fondi degli alvei non ha alcuna correlazione al principio del fiume*, *ma* bensì in gran parte *allo sbocco del medesimo*.

III. *Se il fiume, prima della costruzione della chiusa, porterà ghiara* per qualche tratto di sotto al sito di essa, *non lascierà di portarla, dopo che la chiusa medesima sarà edificata, fino al termine di prima*; posciachè ristabilito il fondo nella parte superiore alla chiusa, tornerà col tempo alla primiera declività, e il fiume ripiglierà il suo antico genio di portare materia simile a quella di prima; e non essendo sensibilmente alterato il fondo inferiore, questo ne permetterà l'avanzamento fino al luogo per altro destinato dalla natura. S'ingannano perciò quelli, che pretendono colla costruzione delle chiuse di trattenere le ghiare, ed i sassi dentro i valloni delle montagne, e negli alvei dei torrenti, e con ciò d'impedire l'alzamento de' fondi dei fiumi, dentro dei quali hanno sfogo i torrenti medesimi; poichè sebbene con tal arte si fosse per ottenere qualche parte del fine, che si pretende, non se ne potrebbe pertanto sperare quanto bisogna; attesochè non si tratterrebbe fra le montagne altra ghiara, se non quella, che potesse capire nel vano delle chiuse, * o che potesse derivare dalle falde dei monti, le quali restassero sepolte dentro gl'interrimenti, come più basse della nuova cadente di fondo, acquistata dal torrente dopo la costruzione della chiusa.

* ANNOT. IV.

IV. Non ostante che *nella edificazione della chiusa si abbia l'*

av-

*avvertenza di non fare la di lei sommità, o soglia superiore a livello, ma più bassa verso la bocca del canale, che ha da ricevere l'acqua* ( e ciò affine di mantenere il corso della medesima da questa parte, e di tenere il fondo del fiume più basso della sommità della chiusa ); è però così incostante il corso dei fiumi, che corrono in ghiara, che alle volte, volgendosi questi dalla parte opposta, formano dossi in faccia all'imboccatura del canale, e vanno a sormontare la chiusa nelle parti lontane, tuttochè più alte; nel qual caso *elevandosi il fondo del fiume ad altezza eguale a quella del piano superiore della chiusa, non serve più ella a spingere l'acqua nel canale*. A quest' effetto può ancora concorrere l'interrimento del canale medesimo, che il più delle volte non avendo caduta sufficiente a portar ghiara, procura colle deposizioni di farsela, e con ciò concorre all' otturamento del proprio incile, ed al rivoltarsi dell'acqua del fiume ad altra parte.

Quest' apparenza ha fatto credere ad alcuni, che l'alzamento del fondo dei fiumi si faccia continuamente maggiore, e senz'alcun termine limitato dalla natura, e che perciò sia necessario d'alzar di tempo in tempo le chiuse, perchè facciano il loro ufficio di spingere l'acqua nei canali laterali. Ma se si avverte, che la natura della chiusa non è che di far sollevare il fondo del fiume fino al pari del suo piano ( come faraffi manifesto dover succedere, se c' immagineremo una chiusa di un fiume senz'alcun canale, per lo quale debba essere derivata l'acqua da esso ), e che lasciandola in questo stato, non potrebbe farsi alzamento di fondo più grande, chiaramente si conosce, che la diversione dell' acqua dal canale non si fa per l'alzamento del fondo del fiume, ma bensì per lo di lui sregolato corso, che si forma la sponda verso l'imboccatura del canale medesimo, e per l'interrimento del fondo di questo: perciò è manifesto, che *la soglia dell' incile deve essere sempre più bassa del piano della chiusa*, almeno quanto richiede il corpo d'acqua, che si vuole nel canale; e che mantenendosi la comunicazione di questa soglia coll' acqua del fiume, e senza interrimenti sopra di essa, tanto nell'alveo del canale, quanto in quello del fiume, non può di meno, che l'acqua non vi entri. Quindi è, che *in luogo di elevare il piano della chiusa*,

come alle volte è stato praticato, *basta procurare, che il fiume si rivolga col corso alla parte dell' imboccatura del canale*, e che questo resti sempre aperto o a forza di corso di acqua, quando il canale abbia tanta caduta, e forza, che basti, o mancandogli l' una, e l' altra, con escavazioni manufatte, o pure coll' uso dei paraporti, dei quali quì brevemente descriveremo e l' uso, e l' artificio.

Vedi la Tav. 14. Fig 57.

Sono questi *paraporti* fatti a modo di forti chiaviche, fabbricate nella sponda del canale, che risguarda la parte del fiume, le soglie delle quali sono considerabilmente più basse del fondo del canale medesimo, e sono provvedute di buone porte, o cateratte di legno, che s' alzano, e s' abbassano, secondo l' opportunità o di dare sfogo all' acqua del canale, o di mantenerla dentro di esso. E' solito, che s' aprano queste porte in tempo di acqua abbondante, ad effetto di scaricare o l' acqua tutta entrata nel canale, o pure la sola soprabbondante, portandola nuovamente dentro il fiume nella parte di sotto alla chiusa. * *La velocità, che acquista l' acqua nel cadere dalla soglia del paraporto*, la quale ordinariamente ha la caduta poco minore di quella della chiusa, *è quella, che* in tal caso *scava* in poco tempo *il fondo del canale*; e se il paraporto non sia troppo lontano, espurga la soglia dell' incile, quando sopra di essa si siano fatte delle deposizioni, e molte volte prolunga l' escavazione all' insù dentro l' alveo del fiume superiore alla chiusa, formandosi dentro di questo un canale, che nelle piene indirizza il filone verso l' incile. *Coll' artificio di più fabbriche* di tal natura, disposte ordinatamente l' una dopo l' altra, come si vede in tutto quel tratto del nostro canal di Reno, ove riceve ghiara dal fiume, *si mantiene il di lui fondo sufficientemente scavato*; e quando si ha la dovuta attenzione di far correre i paraporti a tempo, *si mantiene il corso del fiume sempre vicino alla bocca del canale, ed il di lui fondo sempre più basso della sommità della chiusa*; e perciò non è stato necessario fin ora alzarla, nella maniera che hanno fatto quelli, che privi di questo ajuto, non hanno avuto ricorso all' escavazione manufatta.

* Annot. V.

*Di simile artificio non hanno tanto bisogno le chiuse fatte nei siti, nei quali il fiume non porta ghiara*; perchè la sola apertura del canale, quan-

quando questo sia provveduto di sufficiente caduta, è valevole per lo più a mantenere il fondo arenoso, scavato su la soglia dell' imboccatura, ed in ogni caso è facile da farsi, quando sia necessaria, l'escavazione. *In caso* però *di difetto di caduta*, *servirebbe* infinitamente, *per mantenere profondo il canale*, *l'uso dei* predetti *paraporti*, *almeno in vicinanza del di lui incile*, e negli altri luoghi, nei quali sia possibile il farli; e perciò in vece dei regolatori, o risoratori, che si tengono avanti gli edificj, per iscaricare a fior di acqua la soprabbondante, sarebbe meglio avervi una porta, o cateratta, la quale, alzata che fosse, prendendo l'acqua dal fondo del canale, impedisse, se non altro, gl' interrimenti, coll' aprirla in tempo di escrescenze.

*Servono i paraporti* predetti, *oltre l'uso di mantenere scavati i canali* regolati, *anche a* quello di *regolare l'acqua*, *ch' entra nei medesimi*, acciocchè non vi corra con soverchia altezza di corpo; posciachè alzandoli più, o meno in tempo di piena, portano fuori del canale quella copia di acqua, che si desidera; al qual fine tendono anche i diversivi a fior d'acqua, che tramandano nel fiume la soprabbondante, e trattengono nel canale quella, ch' è necessaria. Nella stessa maniera, per regolare l'introduzione dell' acqua, si applicano alla bocca dell' incile alcune porte, che aprendosi più, o meno, lasciano altresì entrare nel canale maggiore, o minor corpo di acqua. Da tutte queste macchine si ha, che i canali regolati non si gonfino mai eccessivamente, si conservino sempre nel medesimo tenore, e non riescano di danno veruno ai terreni contigui per troppo grande abbondanza di acqua.

Di rado s' incontra, che *un canale regolato* abbia tale caduta al suo termine, che non *richieda di quando in quando di essere scavato*, acciò colle deposizioni non si alzi il fondo ad un segno pernicioso; posciachè, o dopo divertiti simili canali, è di necessità, che rientrino nel fiume medesimo, dal quale prima partirono; o pure ponno avere altro termine al loro corso. Quando rientrano nel fiume medesimo, è da avvertirsi, che * *il canale derivato*, come quello, che porta di gran lunga minor corpo di acqua, che il fiume, per necessità, in pari circostanze, *avrà bisogno di caduta maggiore di quella*, *che ha il fiume* medesimo; e perciò è necessaria l' osservanza di alcune regole. * ANNOT. VI.

I. La

I. La prima si è, che *se il fiume, ed il canale, dal punto del loro disunirsi a quello della riunione, avranno eguale la lunghezza della strada, necessariamente,* avendo bisogno il canale di maggior caduta (se il piano di campagna non sia estremamente alto), *bisognerà, o che il fondo si alzi più del medesimo con danno de' terreni contigui, e si serri con gl' interrimenti* l' incile del canale; *oppure che si soggetti chi ne intraprende la derivazione alla spesa di una continua escavazione. Ciò s' intende, quando la somma della caduta necessaria a tutto il viaggio del canale sia maggiore di quella, ch' è necessaria al fiume in uguale lunghezza, più di quanto importa la differenza del livello dal fondo dell' incile al fondo del fiume al di sotto della chiusa.*

Per maggiormente spiegarmi in questo particolare molto essenziale in questa materia, sia il fiume A B C D, dal quale per causa della chiusa A si parta il canale A D, che rientri nel medesimo in D, e suppongasi, che il fiume A B C D richieda un piede di caduta per miglio, e che la lunghezza di esso sia di dieci miglia: egli è evidente, che la caduta dal fondo del fiume al di sotto della chiusa A sino a D sarà piedi dieci. Supponiamo ancora, che la via del canale A D sia parimenti di dieci miglia; ma che la caduta necessaria per non deporre la torbida in esso, attesa la poca quantità di acqua, che porta, sia di piedi due per miglio: adunque la necessaria caduta da A in D sarà di piedi venti, maggiore di quella del fiume piedi dieci, e conseguentemente dovrà il fondo del canale A D, nel suo principio verso A, essere altrettanti piedi più alto di quello del fiume nel sito di sotto alla chiusa A. Se adunque l' altezza di questa sarà tale, che sostenti il fondo del canale a detta altezza, è certissimo, che l' incile di esso potrà mantenersi senza interrimento col solo sforzo dell' acqua, che vi entra; ma se la differenza in altezza dei predetti due punti sarà minore di dieci piedi, è altrettanto chiaro, che il fondo del canale, per mantenersi basso al bisogno, ricercherà di tempo in tempo dell' escavazione, e sarà necessario, che l' opera degli uomini in questo caso supplisca al difetto della natura.

*Tav. 15. Fig. 58.*

Da ciò si deduce, che *quanto più breve sarà il corso del canale*

*avanti*

*avanti di rientrare nel fiume, tanto maggiore sarà il vantaggio della caduta di esso;* poichè, supposto che la lunghezza del fiume, e del canale tra A, e D fosse di sole cinque miglia, e che l'altezza della chiusa A fosse atta a fare la differenza dei loro fondi di dieci piedi, sarebbe la caduta del fiume da A a D piedi cinque, e quella, che è necessaria al canale, piedi dieci: adunque in A il fondo del canale dovrebbe restare più alto del fondo inferiore alla chiusa piedi cinque; e potendo l'altezza della chiusa medesima sostenere il fondo di detto canale all'altezza di piedi dieci, resterebbero al canale cinque piedi di caduta più del bisogno, che potrebbero impiegarsi utilmente nel progresso di esso per una caduta di acqua ad uso di molini, o di altro, secondo l'opportunità: quindi è, che i *canali, i quali usciti dal fiume a forza di chiuse, dopo breve corso vi ritornano dentro, non mai sono difettosi di caduta.* Al contrario, se le lunghezze A D del canale, ed A B C D del fiume fossero di miglia venti, ritenendo le altre misure supposte di sopra, sarebbe la caduta del fiume piedi venti, e quella, che è necessaria al canale, piedi quaranta; e perciò il fondo nel principio del canale A D dovrebbe essere elevato piedi venti sopra quello del fiume: adunque non potendo la chiusa A sostenerlo sopra il fondo medesimo che piedi dieci, è chiaro, che mancherebbero al canale dieci piedi di caduta, e conseguentemente, per impedire, che il fondo di esso non si elevasse a tale altezza, sarebbe necessario d'impiegare l'opera degli uomini nell'escavazione, come il più delle volte succede; perchè avendo bisogno i Popoli di valersi di canali simili per lungo tratto, la caduta acquistata col benefizio della chiusa, distribuita nella lunghezza del corso, si perde, e non può supplire all'esigenza, che ha il canale di caduta maggiore.

II. La seconda regola è, che *se la lunghezza del fiume a quella del canale avrà la proporzione reciproca delle cadute necessarie all'uno, ed all'altro, avrà il canale sufficiente caduta per non interrirsi;* anzi gliene avanzerà tanta, quanta è l'altezza, alla quale può essere sostenuto il fondo del canale sopra il fondo del fiume di sotto alla chiusa. Ciò pure è evidente; perchè, supposto che A D sia miglia cinque, e A B C D miglia dieci, sarà la caduta di miglia dieci, a ragione di un

piede

piede per miglio, altrettanti piedi, e però eguale a quella di A D in cinque miglia, a piedi due per miglio, e conseguentemente non sarà necessario, che il fondo del canale in A sia un pelo più alto del fondo del fiume in A; e perciò avrà il medesimo canale tanto di caduta più del bisogno, quanta è l'altezza, alla quale la chiusa può sostenere il fondo di esso.

III. Dalla predetta ne deriva la terza regola, ed è, che *per eleggere il luogo, nel quale si dee restituire al fiume il canale regolato, bisogna riflettere all'uso, al quale deve esso servire*, diversificandosi da ciò considerabilmente il luogo medesimo. Posciachè (1.) dovendo servire ad uso di navigazione, e potendosi avere tanto corpo di acqua, che non sia necessario di sostentarla, * bisogna avere notizia della caduta del fiume, e se varii, o no nel progresso di esso, e similmente di quella, che può essere necessaria al canale da farsi: e (quando non si varii la caduta del fiume) aggiugnendo alla prima l'altezza, che può nascere dalla chiusa, bisogna trovare un sito nel fiume, nel quale la caduta del fondo del canale di sopra alla chiusa sino al fondo D sia a quella, che è necessaria al canale, come la lunghezza A D è alla lunghezza A B C D; oppure, per trovare l'altezza della chiusa A, basta fare, che, come la lunghezza A B C D sta alla lunghezza A D, così stia la caduta necessaria al canale A D ad un'altra caduta, la quale se sarà maggiore di quella del fiume da A in B, basta regolare l'altezza della chiusa secondo l'eccesso, che si troverà, facendola tanto più alta di detta differenza, quanto è il corpo di acqua, che si vuole nel canale. (2.) Lo stesso metodo si dee adoperare, quando il canale debba servire ad uso di molini, o altre macchine Idrauliche, con questa sola differenza, che in conto della caduta necessaria al canale, per non deporre la torbida, si dee porre anche quella, che è necessaria per gli edifizj, o macchine predette, e nel resto servirsi della regola indicata di sopra. (3.) Ma quando il canale sia destinato alle irrigazioni, si dee riflettere, che la di lui necessaria caduta non sarà uniforme in tutte le parti dell' alveo, ma bensì maggiore nelle parti inferiori, a cagione delle moltiplicate diramazioni di acqua, che escono per le chiaviche, che si trova-

* ANNOT. VII.

no

no alle sponde del medesimo; e minore nelle superiori, come quelle, che portano maggior corpo d'acqua; e perciò in tal caso di tanto dee accrescersi la caduta del canale, quanto si può credere essere di bisogno in tali condizioni.

Quale sia la caduta necessaria ad un canale regolato, è difficile da determinarsi, a riguardo delle molte circostanze, dalle quali dipende somigliante determinazione: pure, * *per non errare notabilmente, può l'Architetto regolarsi coll'esempio di altri canali simili a quello, che si vuol fare*, dei quali sia nota la caduta, e proporzionarla al medesimo; e, se non si trovasse canale affatto simile, può prendersi norma da altri o maggiori, o minori, sminuendo, o accrescendo la caduta colle dovute ponderazioni; e quando si prendesse errore di qualche oncia di caduta per miglio, o di più, o di meno, *se l'errore influisca in alzamento di fondo, si può tollerare*, perchè ordinariamente sono tanti, e tali i benefizj, che si ricavano dai canali regolati, che ponno ben soggiacere a qualche aggravio di annua spesa per l'escavazione degl'interrimenti, che vi si facessero; ma *se l'errore* preso nella stima della caduta *influisse in maggior profondamento di alveo, è facile il rimedio o col sostentare il fondo di esso con una chiusa*, che può utilmente servire a qualche edifizio, o con un sostegno all'imboccatura, o in altro luogo, *oppure con prolungare il canale* quel di più, che porterà il bisogno. *Quando* poi *le acque, che devono correre per lo canale, fossero chiare, allora ogni difetto di caduta è tollerabile;* perchè, attesa la lunghezza del tempo, nel quale succedono interrimenti nocivi, ogni picciola annua spesa basta per mantenerlo scavato a sufficienza. * ANN. VIII.

IV. Essendo il sito del fiume, nel quale è fabbricata la chiusa, ghiaroso, necessariamente dovrà la ghiara prolungarsi anco al di sotto della chiusa medesima più, o meno, secondo le circostanze; e similmente dovrà entrare nel canale, dentro il quale richiederà cadute esorbitanti; perciò la quarta regola è, che *in tal caso è necessario l'uso dei paraporti di sopra descritti*, col benefizio de' quali si faccia rientrare nel fiume dentro il minore spazio possibile la ghiara entrata nel canale; come succede nel nostro canale di Reno, dentro il quale non si protrae

la ghiara che mezzo miglio, o poco più, benchè nell'alveo del fiume s'estenda al presente cinque miglia, e si estendesse per lo passato molto più: anzi si sarebbe potuto impedire, che la ghiara non occupasse tanto sito dentro il canale predetto, se il luogo della situazione de' paraporti fosse stato meglio inteso; e se si facessero operare più frequentemente, e in tempo opportuno, se ne avrebbe maggior vantaggio; dimanierachè potrebbe succedere, che dentro di detto sito (benchè il fondo sia ghiaroso) si conservasse però orizzontale; e perciò mancando la caduta, è molto utile di fare il canale per qualche tratto contiguo il più che si può al labbro del fiume, e fabbricarvi alle sponde quel numero di paraporti, che può credersi necessario, avvertendo di non farli troppo lontani l'uno dall'altro, acciocchè l'operazione del secondo incominci dove termina quella del primo; e ciò, perchè non potendosi i predetti paraporti tenere lungo tempo aperti, per non lasciare tanto tempo il canale privo dell'acqua necessaria, bisogna, che in poche ore, che stiano aperti, si facciano le dovute escavazioni, le quali si fanno sempre più sollecitamente nelle parti più vicine al paraporto, e gradatamente sempre più tardi nelle maggiormente lontane, siccome succedono maggiori, quanto più la soglia del paraporto medesimo è abbassata sotto il fondo ordinario del canale.

V. Serva per quinta regola *l'osservazione da farsi, se il fiume dalla chiusa sino al sito dello sbocco, che si pensa dare al nuovo canale, conservi sempre la stessa caduta di fondo, oppure la varii per alcuna delle cause dette a suo luogo;* posciachè variandola, non basta fare la livellazione del fiume per un miglio, o due di lunghezza, ma bisogno compirla fino al sito accennato; nel che * io consiglierei (come che si tratta di un'operazione importante) a non fidarsi dei livelli materiali, i quali, come in altro luogo si è avvertito, tuttochè fabbricati con ogni possibile esattezza, ed adoperati con ogni immaginabile diligenza, sono soggetti ad errori esorbitanti, come apparirà a chi vorrà farne la pruova, col ripetere più volte l'operazione medesima; ma bensì eleggerei di fare le livellazioni con acqua stagnante; il che in molti luoghi, ed in opportuna stagione è facile da farsi, valendosi dei fossi destinati allo scolo delle campagne ec.

* ANNOT. IX.

VI. La

VI. La ſeſta regola è, *che per diminuire la neceſſità della caduta al canale, torna ſempre il conto di mantenerlo riſtretto il più che ſia poſſibile*; perchè maggior corpo di acqua contribuiſce ſempre a tenere più baſſo il fondo dell'alveo, e, ſe non altro, ad impedire, che gl'interrimenti non ſi facciano così alti, nè con tanta ſollecitudine, come per altro ſarebbero, ſe il canale aveſſe maggiore larghezza.

VII. La diſpoſizione del piano di campagna, per lo quale ſi pretende di far correre il canale, ha molto luogo in queſto particolare; perchè ſi danno dei caſi, ne' quali biſogna ſoſtenerlo tutto ſopra il piano di terra con grave pericolo, e ſconcerto; e degli altri, ne' quali è d'uopo fare delle eſcavazioni eſorbitanti; e perciò biſogna regolare il tutto con un'eſatta livellazione dei ſiti, per li quali ſi penſa di condurre il canale. Generalmente però (e ſarà la ſettima regola) *biſogna portare i canali regolati al lungo dell'inclinazione della campagna, non mai, o di rado a traverſo di eſſa*; perchè in tali ſiti la livellazione non regge, s'interſecano i condotti di ſcolo, e ſi ha biſogno di argini molto alti, per tenerli inalveati, oltre molti altri danni, che ſuccedono in occaſione di rotte ec.

VIII. L'ottava, ed ultima regola ſia quella di * *non intromettere nel canale altre acque, ſe anch'eſſe non ſono regolate, e particolarmente ſe portano ſaſſo, o ghiara*; perchè ſomiglianti materie ſconcertano di molto la caduta del fondo, ed il più delle volte ſono pregiudiziali al fine, per lo quale ſi fa la ſpeſa della condotta del canale. Tali incontri debbono sfuggirſi; e quando non ſia poſſibile, biſogna ricorrere al rimedio de' ponti-canali, per mezzo dei quali rieſce molte volte di portare ſimili corſi d'acqua da un lato all'altro del canale regolato al di ſopra del pelo del medeſimo. *Le foſſe* però *di ſcolo, ed altre acque chiare non poſſono nuocere, che per la ſoverchia abbondanza*; e perciò, quando ſi abbia ſicurezza, che non rieſcano troppo copioſe, non occorre prenderſi gran cura per impedir loro l'ingreſſo; ed in ogni caſo *le botti ſotterranee ponno ſervire per dar eſito alle medeſime* ſotto il fondo del canale, e ſono praticabili particolarmente in que' caſi, ne' quali piuttoſto le predette foſſe reſtaſſero impedite, dovendo entrare nel canale medeſimo.

* ANNOT. X.

Da ciò, che finora è ſtato diffuſamente ſpiegato, può dedurſi quale ſia il metodo da ſervirſi nella condotta di quei canali derivati, che più non rientrano nel fiume, che loro diede l'origine, ma devono metter foce o in paludi, o in lagune, o ſimili; perchè *anche in queſto caſo è neceſſario di regolarſi colla caduta, che ſi ha; con quella, che è neceſſaria alla condotta del canale; colla diſpoſizione del piano di campagna, ec.* Ed anche a queſto caſo ponno applicarſi i rimedj ſopraccennati, per rendere minore la neceſſità della caduta. In ſomma, fuori delle predette, non vi è altra regola di più, che di tenere la linea più breve che ſi può da un termine all'altro, per averne tutta la poſſibile caduta, che rade volte in fatti ſuccede ſia ſuperiore al biſogno.

Le predette regole ſervono anche in caſo di voler portare un canale derivato da un fiume a sboccare in un altro; il che molte volte accade, per facilitare il commercio con nuove navigazioni; ma in ciò ſi dee avvertire, ad oggetto di non fare propoſizioni, che ſiano affatto impoſſibili da riuſcire, che *il canale derivato dee procedere dal fiume minore, ed avere lo sbocco nel maggiore*, e non mai al contrario; perchè, eſſendo il fondo del primo in ſiti omologi più alto di quello del ſecondo, non può riuſcire, che l'acqua partita da queſto poſſa aver eſito in quello, ſe pure ciò non ſia in ſito molto baſſo, e poco lontano dallo sbocco: ſi dee ancora avvertire, che *la caduta di detto canale non ſia maggiore del biſogno, ed aſſolutamente minore di quella del fiume;* altrimenti, ſe non ſi hanno buone macchine regolatrici dell'introduzione dell'acqua, ſi corre pericolo, che il canale derivato a poco a poco tiri a ſe tutta l'acqua del fiume, e facciaſi alveo del medeſimo; il che alle volte può riuſcire con utile, alle volte con danno.

Il mantenimento de' canali regolati, come ſi è detto di ſopra, per lo più dipende dall'opera degli uomini, rare volte dalle forze della natura; e perciò *non biſogna ſcordarſi, nè differire di far quello, che ſi ſa per pruova eſſere neceſſario a tal fine*; poichè molte volte è ſucceduto di laſciar perdere canali utiliſſimi per mera traſcuraggine, non avendoſi voluto apporre i dovuti rimedj ai piccioli ſconcerti, che reſi poſcia maggiori, hanno ricercate, per eſſere rimoſſi, ſpeſe tanto grandi, che

hanno

hanno ſpaventati i Popoli incapaci di farle; i quali perciò non volendo ſoggettarſi a ſpeſe eceſſive, hanno eletto per lo meglio di laſciar andare il canale a diſpoſizione di natura. Per altro *ſono i canali regolati facili da maneggiare*, a cagione del poco corſo, e del poco corpo d'acqua, che portano; al che ſuccede, che facilmente ſi rimedia alle loro corroſioni, e ſi mantiene la dirittura dell'alveo ec.: coſe, che difficilmente s'ottengono nei fiumi più grandi, coi quali però hanno comuni le proprietà eſſenziali.

Gli uſi, ai quali ſono deſtinati i canali regolati, ponno eſſere diverſi; poichè primieramente * *ſervono a far muovere diverſi edificj Idraulici*,* come ſono mole da grano, valche, maglj, ec., i quali tutti hanno il loro primo moto da una ruota, fatta girare dall'acqua. In queſti canali, perchè il corſo dell'acqua per ordinario è debole, è neceſſario di ſoſtentarla, e farle della caduta, dalla quale riceve poi impeto, e forza baſtevole a fare il moto, che da eſſa ſi ricerca. Tale ſoſtentamento ſi fa con picciole chiuſe, dette ancora *ſtramazzi*, tant' alte ſopra il piano del fondo inferiore del canale, quanto ricerca la caduta neceſſaria a far muovere l'edifizio: ſopra del piano, o ſoglia ſuperiore di queſti ſtramazzi ſi collocano più portine di legno, diviſe l'una dall'altra con pilaſtri, che vi ſtanno di mezzo co' ſuoi correnti, o incaſtri, ai quali ſi adattano le portine predette, che ſi aprono, e ſerrano a modo di ſaracineſca. Aperta una di queſte, dà l'eſito ſotto di ſe (cioè per lo vano, che reſta tra la ſoglia dello ſtramazzo, e la parte inferiore di eſſa portina) all'acqua del canale, che s'introduce a correre per un altro canale di legno, dal quale viene portata alla ruota, che dà il moto a tutto il reſtante della macchina. Quanto è maggiore l'altezza dell'acqua ſopra la ſoglia dello ſtramazzo, tanto maggiore è la velocità, colla quale ella eſce dal vano delle portine, e tanto più s'accreſce, quanto più grande è la caduta del canale di legno, che la riceve; di maniera che l'impeto, col quale è ſpinta la ruota, è per appunto quello (preſcindendo dalle reſiſtenze), che compete alla diſceſa dalla ſuperficie dell'acqua ſoſtenuta dalle portine fino al luogo dell'applicazione dell'acqua alla ruota; ſebbene poi la velocità, con che queſta ſi muove, ſia varia, ſecondo la

* ANNOT. XI.



quantità

quantità dell'acqua, che ſpinge l'ala della ruota, ſecondo il modo dell' applicazione di quella a queſta, e ſecondo la quantità della reſiſtenza, che incontra; provenga ella o dalla ſtruttura, e condizioni della macchina, o * dall'acqua del canale inferiore, che ſuole oſtare al giro della ruota medeſima.

* AN-NOT. XII.

Ponno eſſere le predette portine o una ſola, o più, e ciò dipende dalla quantità di acqua, che ſi ha nel canale, e dal numero degli edificj, che ſi hanno da muovere; e quando queſti ricerchino tutta l'acqua, come che il corſo di eſſa viene ad eſſere nelle parti vicine al fondo del canale, *poco moto ſi oſſerva nella di lui ſuperficie*, che appariſce al ſenſo quaſi ſtagnante; ma ſe con iſtromenti idonei ſi miſurerà la velocità, ſi riſcontrerà quanto ella ſia grande vicino al fondo del canale. *Nei luoghi* però *del medeſimo*, che ſono molto *al di ſopra delle portine* predette, *ſi vede la ſuperficie dell'acqua più veloce*, e ſi riſcontra non eſſere tanta la differenza tra la velocità della ſuperficie, e quella del fondo, finchè *ceſſando gli effetti del riſtagno fatto dalle portine, l'acqua corre con quelle regole, che ſono proprie dei fiumi liberi*. Ma quando l'acqua ſia più copioſa di quello può richiedere l'uſo degli edificj, ſi ha neceſſità di avere dei *regolatori, o ſfogatori*, i quali divertiſcano l'acqua ſuperflua; e ponno eſſere di due ſorti, cioè o alti a fior di acqua ordinaria, o paraporti. I primi hanno la ſoglia tanto alta, quanto baſta per ritenere nel canale la quantità di acqua neceſſaria, e laſciano paſſare ſopra di quella la ſoprabbondante: queſti *diverſivi a fior di acqua* ſono di uſo faciliſſimo, *perchè ſono ſempre in opera, e preparati al loro ufficio; ma* per lo contrario *non fanno molte volte tutto l'effetto, che ſi vorrebbe*, e niente contribuiſcono a mantenere ſcavato il canale. Ma i *paraporti*, ſebbene ſono più difficili da maneggiare, ed addimandano maggior vigilanza, *fanno effetto più ſenſibile in regolar l'acqua a miſura del biſogno in caſo di eſcreſcenze, e mantengono ſcavato il fondo al canale*, come ſi è detto di ſopra, trattando dei medeſimi. Accade ſovente, che non ſi abbia luogo, dove ſmaltire l'acqua eſtratta dal canale, e perciò è neceſſario rimetterla dentro il medeſimo nella parte di ſotto allo ſtramazzo; il che ſi fa ordinariamente

te in due maniere, o con canali laterali, che dopo poco ſpazio ſi riuniſcano al canale principale, o pure facendo una porta grande, che ſtia in mezzo alle portine, provveduta al di ſotto di un canale particolare, e proporzionato, che non abbia alcuna comunicazione con quelli delle portine, e che porti l'acqua, che riceve, al diſotto dell'edifizio, ed * in luogo, che l'acqua uſcita da eſſo non dia impedimento veruno al moto delle ruote; e con tale avvertenza ſi dee pure procedere nell'eleggere il ſito dell'ingreſſo del canale laterale del diverſivo; e perciò *in caſo che lo ſtramazzo ſcarſeggi di caduta, meglio rieſcono i diverſivi laterali*, come quelli, che rendono l'acqua al canale in quella diſtanza, che ſi vuole, e che ſi trova non eſſere nociva. * ANN. XIII.

Quando ad un edificio ſi penſi farne ſuccedere degli altri, che addimandino anch'eſſi della caduta, biſogna prima riflettere, ſe la caduta del canale lo permetta; poſciachè, come ſi è detto di ſopra, le cadute di tutti gli ſtramazzi, preſe inſieme, non ponno eccedere quella, che è ſoprabbondante al canale, ſe pure non ſi pretendeſſe di ſottometterſi all'obbligo dell'eſcavazione. Coll'avvertenza a queſta regola, *poco importa, ſe gli edificj ſiano o in poca, o in molta diſtanza l'uno dall'altro, purchè le ruote del primo non riſentano il riſtagno fatto dalle portine del ſecondo*; e tal riguardo ancora ſi dovrebbe avere, quando, mancando la caduta, ſi penſaſſe di mantenere baſſo il fondo del canale coll'eſcavarlo di tempo in tempo; ed allora ſarà venuto il caſo d'intraprendere ciò, quando l'elevazione del fondo ſarà fatta tale, che cagioni tanto di altezza di acqua nel canale inferiore, che cominci a pregiudicare al moto delle ruote dell'edificio ſuperiore; poichè *l'interrimento di un canale, in caſo ſimile, mai non apporta danno all'edificio inferiore, ma ſolo a quello, che immediatamente gli ſta al di ſopra.*

*Il ſecondo beneficio, che ſi ritrae da queſti canali, è quello delle navigazioni.* Richiedeſi a queſto fine tant'altezza di acqua, che baſti almeno a ſoſtentare le barche; di maniera che, eſſendo cariche, non tocchino il fondo, e tanta larghezza, che poſſano comodamente darſi luogo, nell'incontrarſi, due barche; quindi è, che ſecondo la qualità di queſte, addimandano maggiore, o minor corpo d'acqua i canali navigabili,

bili, o pure ( che è il più facile, e consueto ) bisogna proporzionare la qualità, e grandezza delle barche all'altezza di acqua, ed alla larghezza d'alveo, che si ha. Ma perchè molte volte, dando la larghezza necessaria al canale, riesce l'altezza dell'acqua così scarsa, che si rende incapace di portar le barche, che si vorrebbero adoperare; perciò è necessario di provvedere coll'arte a questo difetto, trattenendo l'acqua, ed obbligandola ad alzarsi di pelo fino a quel segno, che può soddisfare al bisogno: quindi è, che *con debolissimi corsi di acqua si ponno fare canali navigabili da ogni sorte di barche*. Non basta però dare corpo all'acqua con trattenerla, se nello stesso tempo non si provvede al transito delle barche, che per altro resterebbe interrotto dagli ostacoli opposti al corso del canale per elevarlo di superficie. Ciò s'ottiene col fare, che gli ostacoli possano rimuoversi a piacimento, e la maniera più praticabile è quella dei *sostegni*, che sono una specie di cateratte artificiali.

*Vedi la Tav. 15. Fig. 59.* Sono composti i detti sostegni di due ordini di porte, ognuno de' quali serra attraverso tutto il canale, e sono distanti l'uno dall'altro quanto basta per dar luogo libero nel sito di mezzo ad una, o più barche, rispetto tanto alla lunghezza, quanto alla larghezza di esse: essendo chiuse le porte superiori, l'acqua al di sopra di esse resta elevata a quel segno, che si desidera, ed al di sotto resta bassa più, o meno, secondo le circostanze; e lo stesso succede, quando, aperte che siano le porte superiori, restano chiuse le inferiori, di modo che nel sito compreso fra i due ordini di porte ( che dev'essere fortificato di muro ) l'acqua ora si trova alta, ora bassa, * con quella differenza fra l'altezza, e la bassezza, che porta la caduta del sostegno. Da ciò deriva, che entrata che sia una barca nel sostegno, quando le porte inferiori sono chiuse, ed aperte le superiori, ( il che porta per necessità, che il pelo dell'acqua del sostegno stia in quel tempo a livello colla superficie del canale superiore ) si ponno dipoi chiudere le porte di sopra, impedendo l'afflusso di nuova acqua nel sostegno medesimo; indi scaricando regolatamente l'acqua racchiusa fra le porte, si viene a poco a poco ad abbassare il di lei pelo, fino ad equilibrarsi con quello del canale inferiore; ed allora aperte le porte di sotto, si lascia luogo alla barca di proseguire

* ANN. XIV.

seguire

ſeguire il ſuo viaggio. In modo contrario ſi dà il paſſo dalla parte inferiore del canale alla ſuperiore; poſciachè introdotta la barca nel ſoſtegno, trova in eſſo il pelo dell'acqua aſſai baſſo, come che le porte ſuperiori impediſcono, che l'acqua del canale più alto non vi entri: chiuſe poi le porte inferiori, ed introdotta con regola nuov'acqua nel ſoſtegno, queſta a poco a poco va elevandoſi di ſuperficie, e ſolleva la barca, finchè equilibratoſi il pelo del ſoſtegno con quello del canale di ſopra, ſi aprono le porte; e la barca, uſcendo dal ſoſtegno, ripiglia il ſuo cammino.

Nell'empiere, e votare i ſoſtegni ſi oſſervano diverſe particolarità rimarcabili; poichè *nell'empierli ſi vede un continuo bollimento di acqua, compoſto di vortici di ogni ſorte*, il quale ſcuote molte volte la barca, e la aggirerebbe, ſe non foſſe legata a qualche luogo ſtabile: ciò procede dalle diverſe rifleſſioni, che patiſce l'acqua dalle ſponde del ſoſtegno, e dalle porte inferiori, ſiccome ancora dai riſalti, che fa dal fondo alla ſuperficie. Queſti moti ſono maggiori, e più evidenti, quanto maggiore è la caduta del ſoſtegno; e perciò anche ſul principio del riempierſi ſi oſſervano maggiori, e più patentemente, e poi vanno ſcemandoſi gradatamente, finchè empiuto affatto il ſoſtegno, terminano in una placidiſſima quiete. Parimente ſi oſſerva, che *prima, che l'acqua del ſoſtegno arrivi col ſuo pelo a livello di quella del fondo del canale ſuperiore, o pure a livello del fondo dello sfogatore*, che dà l'acqua al ſoſtegno medeſimo, *il riempimento ſi fa ſempre con eguale celerità; ma dopo, queſta comincia a ſcemare, e ſempre più, quanto minore ſi rende la differenza dei peli di acqua.* Queſt'effetto naſce dalla velocità dell'acqua, che prima eſſendo uniforme, e ſcorrendo ſempre per la ſteſſa apertura, porta nel ſoſtegno in tempi uguali quantità uguali di acque; ma poſcia trovando il contraſto dell'acqua nel ſoſtegno, comincia a ſminuirſi e la velocità, e la copia dell'acqua; e perciò in tempo uguale non può fare l'alzamento di prima. Per queſta ſteſſa ragione in alcuni caſi, ad effetto di non dare ſcuotimenti violenti alle barche, ſul principio del riempimento ſi dà minore apertura all'acqua, ch'entra nel ſoſtegno; ma verſo il fine ſi accreſce, perchè allora eſſen-

do minore il di lei impeto, non può cagionare moti dannosi, come farebbe nel principio, quando la medesima vi entra con più velocità.

*Nel votarsi poi dei sostegni* si vede tutto il contrario; perchè *sul principio gli abbassamenti dell'acqua sono maggiori, che nel fine;* e ciò nasce dall'altezza di essa, che quantò è maggiore, cagiona più velocità in quella, che esce, secondo la proporzione medesima, colla quale si vota un vaso pieno d'acqua, come è stato dimostrato dal Torricelli, e da altri. E perchè il votarsi di un sostegno altera poco il pelo dell'acqua del canale inferiore, e perciò la di lui acqua non apporta impedimento di considerazione a quella, che esce; ne nasce, che più *presto voterassi un sostegno, di quello che si empia; e tanto maggiore sarà la differenza del tempo, quanto il fondo del canale superiore sarà più alto del pelo dell'acqua ordinaria del sostegno*, come renderassi manifesto dal con-

* ANNOT. XV. siderare, che * l'altezza, la quale dà la velocità all'uscita, è eguale alla caduta del sostegno; ma quella, che rende l'acqua veloce nell'entrare, è tanto minore della predetta, di quanto importa l'alzamento del fondo del canale superiore sopra il pelo di acqua dell'inferiore. In fine *l'acqua nell'uscire dal sostegno non fa in esso quei moti sregolati, che cagiona nell'entrare;* ma bensì nel canale inferiore, benchè a causa dello sfogo, che dà loro il canale, siano di gran lunga meno rimarcabili degli altri.

Siccome *debbono avere i sostegni un'acqua regolata*, altrimenti correrebbero rischio di essere in breve rovesciati dall'impeto delle piene, e sarebbero incomodi al transito delle barche; così *hanno bisogno di diversivi, e di sfogatori*, che rimuovano la superflua, anzi l'ordinaria, la quale non dee mai aver esito per lo sostegno, che in tempo di bisogno; ma bensì essere sostentata in modo, che il tratto superiore del canale abbia acqua abbondante per l'uso della navigazione; e perciò deve essa star sempre appoggiata all'uno, o all'altro ordine di porte del sostegno. Queste diversioni di acqua utilmente si adoprano a far muovere diverse macchine, e perciò cadono sotto le considerazioni già fatte.

Deesi ben avvertire, che diminuendosi, per cagione del sostentarsi dell'acqua, il corso alla medesima, qual volta questa sia torbida, succe-

dono

dono degl' *interrimenti di fondo*, che però *si tolgono almeno in gran parte coll' aprire di quando in quando le porte dei sostegni*, o paraporti, che vi si trovano, e fare, che la velocità del corso dell' acqua in quel tempo escavi il canale fino alla soglia delle porte superiori, o del paraporto, la quale escavazione viene molto facilitata dalla copia dell' acqua trattenuta, di gran lunga maggiore di quella, che avrebbesi, se il canale fosse aperto, essendo quest' effetto simile a quello, che fanno i rigurgiti del mare negli alvei dei fiumi, che vi sboccano immediatamente. *Giova* anche *molto al fine medesimo il moto delle barche*, che nel loro passaggio agitano l' acqua, e la rendono più veloce, particolarmente nelle parti inferiori, e quando sono tirate contro il di lei corso; al che succede, che staccata l' arena dal fondo, a poco a poco viene spinta all' ingiù, e finalmente portata al suo termine. Se il sostegno non avrà le soglie più alte del fondo stabilito del canale, egli è evidente, che *la sola apertura delle porte di quello, in tempo di acqua grossa, è bastante per espurgarlo da tutti gl' interrimenti*, succeduti nel tempo che esse sono state chiuse; perchè siccome, libero che fosse il canale, non interrirebbe se medesimo, così quando sia interrito, è valevole senz' alcun ajuto esteriore a ristabilirsi sul suo fondo primiero, e non vi ha dubbio, che dopo aperte le porte del sostegno, il medesimo canale non sia costituito in istato d' intera libertà: quindi è, che *non occorre mai, con soglie attraverso il canale, far elevare il fondo dello stesso, se non si ha caduta soprabbondante*; ma basta, in caso, di avere per appunto la sufficiente, o pure qualche poco deficiente; fare il predetto doppio ordine di porte, tutte dell' altezza medesima; e situare le soglie di queste, e di quelle al piano del fondo del canale. Per altro, *quando l' escavazione del canale interrito non possa ottenersi coll' apertura* più volte replicata *delle porte* ultimamente descritte, *converrà ricorrere all' escavazione manufatta*, che è l' unico rimedio in quei casi, nei quali la natura ricusa di cooperare al nostro fine.

Giacchè la materia ha portato di aver a discorrere delle navigazioni, non sarà fuori di proposito d' indicare quì brevemente i mezzi, coi quali si rendono navigabili i fiumi. Tutto ciò, che impedisce, che un

fiume non sia navigabile, o appartiene all'alveo, o all'acqua, che scorre per esso. Gl'impedimenti alla navigazione, che derivano dall'alveo, sono ( 1. ) *gl'interrompimenti del medesimo*, come sono le cateratte, la copia dei sassi, particolarmente di mole smisurata ec.: ( 2. ) *la soverchia larghezza del letto occupato dall'acqua nella sua mediocrità*, la quale fa, che non si possa avere la necessaria altezza del corpo di questa: ( 3. ) *gli scoglj, che si alzano dal fondo del alveo:* ( 4. ) *i vortici*, particolarmente quelli, che per qualche apertura esistente nel fondo, ingojano l'acqua, e con essa molte volte le cose, che sopra di essa galleggiano: ( 5. ) *la soverchia angustia delle tortuosità*, che non permette, che le barche si voltino con facilità, e fa, che difficilmente siano tirate contr'acqua: ( 6. ) *il difetto delle sponde* o troppo alte, e scoscese, sicchè non lascino il luogo conveniente agli animali, che devono tirare le barche al contrario del corso del fiume; o troppo basse, di modo che siano sormontate da ogni escrescenza di acqua, che le renda pantanose, ed impossibili a praticarsi; o troppo distanti dal filone del fiume, di maniera che da esse non si possa ricevere ajuto alcuno in caso di bisogno ec.

Di questi però alcuni sono rimediabili, altri no: poichè le cateratte, se sono artificiali, ponno avere altr'uso più importante, che di rendere navigabile il fiume, e se sono naturali, e il fiume perenne, o sono impossibili da rimuoversi, o troppo dannoso sarebbe l'effetto, che ne fosse per seguire, atteso il profondamento, che si farebbe nell'alveo del fiume superiore ad esse; quando però fosse possibile, ed il sito lo permettesse, *si potrebbe derivare un canale dall'alveo superiore, e portarlo a sboccare nell'inferiore, facendo in esso* quel numero di *sostegni*, che bisognasse, per far ascendere le barche dall'alveo di sotto a quello di sopra, ed al contrario: in somma far conto, che la cateratta fosse il diversivo di un sostegno. *I sassi grossi*, che si trovano negli alvei dei fiumi, e che col loro ostacolo impediscono il transito alle barche, *ponno levarsi, o rompersi*, qual volta però sia da sperarsi, che levati essi, non ve ne rientrino degli altri simili; e perciò, quando la qualità dei sassi, portati dai torrenti ordinariamente nell'alveo del fiume, è quella, che

toglie

toglie al medesimo la navigazione, è altresì vana ogni opera per levarli, se non si divertiscono i torrenti; il che più volte riesce impossibile.

Alla soverchia larghezza dell'alveo si rimedia *col tenere ristretta l'acqua* o con lavorieri alle ripe, che producano delle alluvioni, e che vogliono essere proporzionati al fiume, ed al sito, nel quale si hanno da fare; o se la larghezza dipendesse dalla qualità del fondo difficile da escavarsi, col procurar di fare coll'arte, e coll'opera manuale quello, che non può fare il fiume da se, o pure col fargli mutar corso, e condurlo a scorrere per luoghi, nei quali sia più facile da mantenersi ristretto. Si dee però avvertire, che i fiumi hanno la loro larghezza determinata dalla natura, la quale solo con violenza può sminuirsi; ma in questo caso bisogna riflettere, se il fiume conserva la stessa soverchia larghezza in tutti i siti, o pure se tale larghezza è in un luogo solo: se questo sia, è parimente segno, che l'alveo troppo dilatato è effetto di cause accidentali, che ponno superarsi; ma * *se la larghezza sia uniforme in tutti i luoghi, il difetto non procederà da essa, ma dalla scarsezza dell'acqua*; e quando pure il medesimo difetto volesse superarsi, bisognerebbe prepararsi a fare un continuo sforzo alla natura, o pure valersi dell'acqua, che si ha, introducendola in un canale regolato, per lo quale potesse avere, ridotta in alveo più angusto, un'altezza necessaria al bisogno.

* ANN. XVI.

*Gli scogli*, che si alzano dal fondo dell'alveo, *se restano sempre coperti dall'acqua, sono difficili da levarsi;* pure non è impossibile, e in ciò si ricerca il giudizio di chi ha da operarvi; ma *se* alle volte *si scoprono in acqua bassa, ponno spezzarsi* o collo scarpello, o con mine fattevi dentro; ma rare volte, se non sono bene spessi, impediscono, che un fiume non sia navigabile, bensì lo rendono pericoloso in certa altezza di acqua.

*I vortici*, se sono *ciechi, si tolgono colla rimozione delle cause, che li producono*, le quali sempre stanno alle sponde, qualche volta nel fondo degli alvei; e perciò chi ben intenderà le cagioni di essi, facilmente comprenderà come si possa loro provvedere: rade volte però sono questi pericolosi. Ma *le voragini, che ingojano l'acqua, non hanno rimedio*

*medio alcuno; solo* se fosse praticabile, *si potrebbe derivare un canale, che uscisse dal fiume al di sopra, e rientrasse al di sotto, della voragine medesima.* La qualità di questo pericolo non si può diffinire, che dall' esempio, che hanno dato agli altri i più incauti, e i più temerarj; siccome in molti casi l'esperienza insegna quale sia la strada, che debba tenersi per isfuggirne il pericolo.

*All'angustia delle tortuosità si rimedia in quelle stesse maniere, che si praticano per le corrosioni;* e perciò, quando riesca inutile ogni altro tentativo, si ponno fare dei taglj, e con essi raddrizzare il corso del fiume.

Perchè le barche vadano a seconda del fiume, poca, o niuna considerazione si dee avere alla qualità delle sponde; ma se debbono tornare indietro contr'acqua, e se la forza del vento non è bastante a spingervele, bisogna adoprare cavalli, o altri animali, che colla loro forza superino quella della corrente; perciò *bisogna, che per questi sia preparata una strada,* il più che sia possibile facile, che ne' fiumi arginati suol essere sopra gli argini, e sul labbro delle golene, e ne' disarginati, in tempo di acqua bassa, per le ghiaje, ed in tempo di piena per le ripe de' fiumi medesimi. Quindi è, che i siti di queste strade devono essere liberi, e senza alberi dalla parte del fiume, e tanto alte, che l'acqua del fiume non v'arrivi, ma poco di più, e di buon fondo, perchè gli animali predetti non vi s'impantanino. Perciò *se un fiume avrà le sponde scoscese,* come se fossero di sasso, *e troppo alte, non sarà navigabile, quando dentro del dirupo non si tagli una strada proporzionata,* bassa quanto basta, per non avere una tirata troppo obbliqua; e tanto alta, che non sia bagnata dal fiume; e quando le medesime fossero pantanose, perchè il fiume le sormontasse, bisognerebbe alzarle a modo d'argini, e in questa maniera renderle più asciutte: finalmente, se fossero troppo lontane dal filone, come quando i fiumi di gran larghezza nelle piene sono assai magri d'acqua, e questa si spinge col corso ora a una ripa, ora all'altra, bisogna assodare una strada temporanea per le spiagge del fondo dell'alveo, e praticare questa nella maniera, che si può.

Gl'

Gl' impedimenti delle navigazioni, che appartengono all' acqua, la quale ſcorre per li fiumi, che ſi vorrebbero rendere navigabili, ſono queſti: (1.) *la ſcarſezza dell' acqua medeſima*: (2.) *la di lei ſoverchia velocità*: (3.) *il camminare ella ſenza regola*. La ſcarſezza non è rimediabile per altra ſtrada, che con accreſcerla mediante l' unione di più fiumi in un ſol alveo, e con acquiſtare dei rigurgiti o dal mare, o da' fiumi reali. Alcuni fiumi, che entrano nell' Oceano, non ſarebbero navigabili, ſe doveſſe ſervire alla navigazione la poca acqua, che portano; ma perchè aſſorbiſcono nei fluſſi un riſtagno di acque marine in alcuni luoghi di trenta, e più piedi d' altezza, ſi rendono con tal mezzo capaci di portar barche groſſiſſime. Nella ſteſſa maniera i fiumi tributarj, che sboccano nei reali, ſono navigabili per qualche tratto coll' acqua, che ricevono di rigurgito da queſti; oltre il quale alle volte non ſono atti a portare un picciolo battelletto, tanto poca è l' acqua, che hanno. Per queſta ragione pochi ſono i fiumi dell' Italia, che ſiano navigabili; perchè eſſendo di breve corſo, hanno poc' acqua, e per conſeguenza gran declività di fondo; ed entrando o nel golfo Adriatico, o nel Mediterraneo ( mari, che hanno poco fluſſo, e rifluſſo ) non godono del beneficio del rigurgito delle acque marine. *L' unico rifugio* adunque, *in caſo di ſcarſezza di acqua, è quello di cavarla dal fiume, e d' introdurla in un canale regolato*, che cogli artificj ſopra deſcritti può renderſi idoneo a qualunque ſorte di navigazione

La velocità dell' acqua dei fiumi anch' eſſa ricuſa ogni ſorte di rimedio, ſe non è quello di *ſuperarne la violenza del corſo a forza di animali, che tirino le barche*: dipende la velocità in caſi ſimili, come ſi è detto, dall' inclinazione degli alvei, la quale, come determinata che è dalla natura, è inſuperabile: l' arte di navigare all' ingiù fiumi anche velociſſimi ( benchè pieni di ſcoglj, e di correntie impetuoſiſſime ) è arrivata a tal ſegno, che ſi può dire aver toccati i limiti della temerità; ma quella di navigare allo incontro dei medeſimi corſi, non oltrepaſſa il ſegno di valerſi della forza degli animali; e quando queſta non baſta, non arriva ella più oltre. Perciò alcuni fiumi ſono bene navigabili, ed altri potrebbero renderſi tali quaſi dalla loro prima origine fi-

no

no allo sbocco nel mare, ma il navigarli al contrario, riesce impossibile, se non dentro uno spazio determinato, nel quale le declività degli alvei non sono eccessivamente grandi, e ciò qualunque sia il corpo di acqua, che portano.

Il *divagare delle acque*, o sia il correre senza regola, *è un difetto il più facile da correggere di ogni altro*. Non è altro questo corso sregolato, che l'uscire che fa l'acqua dal proprio alveo, dentro il quale correva ristretta, e dividersi in più piccioli rami, ed in fine espandersi o in una campagna, o in una palude, o in una laguna ec., a cagione della quale diramazione, ed espansione, non ritiene più quell' altezza di corpo, che è necessaria a reggere le navi: a ciò si può rimediare in diverse maniere; posciachè, se nel sito dell'espansione si trova terra da fare argini, basta chiudere i rami superflui, ed obbligare l'acqua a correre per un solo, dentro il quale avrà altezza maggiore; ed arginare le sponde di detto alveo, acciò il fiume non le sormonti; se però ciò solamente succedesse in tempo di piena, e che l'acqua ordinaria, correndo inalveata, bastasse alla navigazione, non occorrerebbe per questo fine fabbricare argine alcuno. Ma mancando la terra per la formazione dell'alveo predetto, si può con pali piantati, ed intrecciati di rami di alberi flessibili racchiudere da una banda, e dall'altra un sito eguale a un dipresso a quello, che occuperebbe l'alveo, formato che fosse colle alluvioni, ed introdurvi a sboccare dentro il fiume, il quale se sarà torbido, potrà col tempo, e col mezzo delle deposizioni stabilirsi, per la strada medesima, l'alveo. Bisogna però procurare di secondare con questa operazione l'inclinazione del fiume; altrimenti si gitterà la spesa senza ottenere il fine desiderato. Serve ancora al medesimo fine o l'escavare il fondo della palude, o il togliere gl' impedimenti al corso; perchè il fiume s'inalveerà per quel sito, nel quale troverà dei concavi continuati, e nel quale incontrerà minori impedimenti; oltre che ciò è necessario per dare il corpo di acqua, e l'adito necessario alle barche: diverse altre circostanze ponno suggerire rimedj di altra natura, che lascieremo scegliere al giudicio dell'architetto.

Ma egli è oramai tempo di ritornare su la materia di questo capitolo,

tolo, e di riassumere la considerazione degli usi dei canali regolati, il terzo dei quali è di *distribuire le acque per le irrigazioni, e per altri comodi*, che ne ricavano quelli, che se ne servono. Per condurre con buon metodo da un luogo all'altro canali di tal natura, si debbono osservare due regole, la prima delle quali è, che *il canale sia costituito in luogo alto*, se pure non si vuole cavare l'acqua da esso col mezzo di macchine; e perciò si dee fermargli l'alveo, non all'uso degli scoli, nel sito più basso delle campagne, nè al lungo della loro pendenza, ma bensì in piani sufficientemente elevati, e piuttosto attraverso delle campagne; e perciò quelli, che sono destinati a questo fine nei nostri paesi, per lo più costeggiano le falde delle montagne, poco importando, che ad oggetto di portarli da un luogo all'altro, si richiedano arginature molte volte assai alte. Anche però *nella condotta di questi canali si devono osservare le cadute, e la disposizione del piano di campagna*, per non dare in isconcerti grandi, che tolgono la durabilità all'operazione; e perciò è bene ( e sarà l'altra regola ) che *il pelo dell' acqua di uno di questi canali si elevi poco sopra la superficie della terra*, o almeno non abbia il fondo più alto della medesima, almeno dalla parte di sopra; altrimenti le sorgive, e l'intersecazione degli scoli faranno dei danni. Io ho osservato in molti di questi canali, che traversano le campagne, come nel nostro canale di Reno, e in quello, che viene da Savena, l'uno, e l'altro dei quali entrano in Bologna; nel naviglio di Milano, ed in quello, per lo quale da Padova si passa a Monselice, che la loro ripa dalla parte della montagna o non ha bisogno di argini, o pure questi sono bassissimi; ma dalla parte opposta in molti luoghi conviene sostentar tutta l'acqua a forza di argini; e non ho saputo comprendere, se ciò dipenda dall'avvertenza degli architetti, che prima li disegnarono, o pure dalla natura, che col tempo abbia proporzionato il sito al bisogno del canale. Io credo però più facilmente quest' ultimo; perchè, supposto che sul principio sia un canale munito di argini dall'una, e dall'altra parte, egli è certo, che accadendo rotte, o espansioni dalla parte di sopra, si devono fare delle alluvioni nei siti bassi, ed ( allargandosi le acque in poco sito, e non avendo altro esito,

che nel canale medesimo ) molto più alte di quello possano essere, succedendo rotte negli argini del medesimo canale, che risguardano la pianura; dalla qual parte l' acqua uscita dalla rotta s' espande in maggior latitudine, e fa le alluvioni di gran lunga più basse; quindi è, che il piano di campagna, dalla banda più alta del canale, a poco a poco può essersi alzato al pari degli argini; e quello dalla parte opposta non essendosi potuto alzare egualmente, nè meno può fare sponda al canale, e lascia la necessità di supplire al bisogno coll' elevazione dell' argine. Sia in un modo, o nell' altro, noi possiamo da ciò intendere, quale sia il metodo mostratoci dalla natura nella derivazione dei canali simili, e procurare d' imitarlo nelle occasioni.

Per fare poi una giusta distribuzione, o erogazione delle acque di un canale regolato, si dee avvertire: ( 1.) * che *i centri di tutte le bocche, le quali cavano acque da esso, siano egualmente depressi sotto la superficie della medesima*; altrimenti darassi il caso, che due bocche uguali ricevano quantità di acqua disuguale, e che la differenza sia assai grande: ( 2.) che *la superficie dell' acqua corrente sia* perciò *al possibile sempre nello stato medesimo, o pure* che *alzandosi, o abbassandosi, si conservi sempre paralella al pelo antecedente*; in altra maniera si varierà la proporzione dell' acque distribuite. Ma perchè ciò è difficile da ottenere, io consiglierei, che *la distribuzione si facesse proporzionata, supposto il pelo del canale nella sua maggiore bassezza*; perchè allora anche succede il caso di avere maggiormente bisogno dell' acqua; e se alcuna lesione, o improporzione ha da succedere, è meglio, che ciò sia in tempo di acqua abbondante. Il ristringimento proporzionato del canale può contribuire a mantenere il pelo dell' acqua sempre paralello a se medesimo, e noi abbiamo dato il metodo di farlo nel VI. *lib. della misura dell' acque*; ma ivi abbiamo supposto teoricamente, ed in astratto, che le larghezze del canale siano vive: punto, del quale è assai difficile l' assicurarsi nella pratica. ( 3.) *E' necessario* ancora, *che il fondo del canale si conservi sempre invariato*; posciachè elevandosi, farà alzare il pelo dell' acqua, e le bocche superiori riceveranno acqua più del dovere in pregiudizio dell' inferiori; ed abbassandosi, succede-

* ANN. XVII.

cederà tutto il contrario. Quindi è, che dopo la costruzione d'un canale, non si dee fare immediatamente, o almeno assodare la distribuzione dell'acque, regolandosi sul fondo dell'escavazione; ma bensì dee aspettarsi, che il medesimo siasi stabilito colle regole della natura, e dopo distribuire la quantità dell'acqua a chi si dee. (4.) *Le bocche tutte si assegnino ne' luoghi, ne' quali il filone cammina paralello*, ed in mezzo *all'una, ed all' altra ripa;* poichè è certo, che se la direzione dell'acqua incontrerà una di queste bocche, v'entrerà in copia maggiore di quella, che uscirà per un'altra, che (in parità di tutte l'altre circostanze) sia lontana dal filone predetto, e nella quale debba entrare col solo sforzo dell'altezza dell'acqua. (5.) *S'elegga una misura invariabile, alla quale abbiano da essere eguali tutte le bocche dell' erogazioni; e dovendosi maggior copia d' acqua all' uno, che all' altro, se gli assegnino più bocche separate nella dovuta proporzione*, le quali s' unifcano poi, se così si vuole, in un canal solo dopo la distribuzione; altrimenti regolandosi la proporzione secondo l' aree delle bocche, sempre n'avrà più del dovere la bocca maggiore, come quella, che a riguardo dell' area ha minore la circonferenza, e per conseguenza minore l' ostacolo dello sfregamento fatto all'uscita: (6.) che *i canali, i quali ricevono immediatamente l' acqua dalle bocche predette, sieno tutti della stessa lunghezza, larghezza, e pendenza, e nella parte interna egualmente lisci;* potendosi ragionevolmente credere, che l' acqua ricevuta in canali più larghi, più corti, e più declivi, riesca anche più copiosa; siccome è certo, che la diversa asprezza interiore de' detti canali apporta maggiore impedimento all'uscita dell'acqua: sotto nome di canale in questo luogo s'intende un tubo, che sta applicato al foro della bocca, e trasfonde l'acqua in un canale aperto, per lo quale viene poi portata al luogo destinato. (7.) Perchè alle volte una bocca sola serve a più d' uno, occorre, che l' acqua uscita da essa, correndo per lo suo canale aperto, debba di nuovo dividersi; il che può farsi col *preparare un canale di pietra, che abbia il fondo per ogni verso orizzontale, o pure un bottino, nel quale si riceva l' acqua; ed intestatolo nella parte inferiore con un muro, incastrare in esso un marmo, o altra pietra du-*

*ra*, *nella quale siano tagliati più fori eguali*, secondo le regole dette di sopra, *che diano a ciascheduno la sua parte dell' acqua*, da portarsi poi ne' fondi de' padroni per via di canali separati. S' avverta però in questa divisione ciò, che si è detto di sopra al numero quarto. (8) *Quando la divisione s' ha da fare in due parti uguali*, *basta*, preparato che sia il canale predetto, *fare in esso un divisore*, *che tagli il corso dell' acqua nel mezzo*, ed obblighi la metà del canaletto a portarsi ad una parte, e l' altra metà all' altra parte; nel che però si dee procurare, che lo scarico sia ugualmente felice, e che vi sia una perfetta uguaglianza di tutte le circostanze a favore tanto dell' una, quanto dell' altra parte.

Quelli, che distribuiscono, e vendono le acque ad oncie, si vagliono di una quantità per base fondamentale di tutte le altre, che loro è affatto incognita; poichè ordinariamente si desume questa denominazione dall' area del foro, o bocca, che la deriva dal canale, o altro ricettacolo; e sebbene questa può essere invariabile, la quantità però dell' acqua, che passa per essa in un tempo determinato, variasi notabilmente a cagione dell' altezza dell' acqua, che sta sopra del foro. Appresso gli antichi Romani, che prima di distribuire le acque, le radunavano in una gran vasca, e situavano tutti i fori all' istesso livello, poteva servire il nome *d' oncie d' acqua*, se non per esprimere una quantità assoluta, e determinata nella sua grandezza, almeno per significare una quantità ideale, o piuttosto proporzionale, che sebbene variasse nella quantità, ritenesse però la stessa proporzione alle altre moltiplici, o submoltiplici della medesima, come sono i gradi del circolo assunti da' Geometri per misurare la quantità degli angoli: ma ne' nostri tempi, nei quali le erogazioni si fanno da' canali, e non si ha avvertenza veruna di situare le bocche alla stessa profondità sotto la superficie dell' acqua, il nome d' oncia nient' altro significa, fuorchè l' apertura della bocca dell' erogazione: quindi è, che Monsieur Mariotte, nel suo altre volte lodato libro *del moto dell' acque*, stimò di dovere stabilire la quantità assoluta dell' acqua, che debba chiamarsi un' oncia; e dopo più esperienze fatte per trovare la quantità dell' acqua, che esce da un foro circolare, che abbia un pollice, o

un'

un'oncia di diametro, e che sia appena sommerso sotto la superficie dell' acqua del riservatojo, ferma la quantità *d'un' oncia, o pollice di acqua a quella quantità di essa, che essendo uscita dal suo foro in un minuto di tempo, può essere precisamente contenuta da quattordici pinte di misura di Parigi, ciascuna delle quali contenga due libbre;* dimodochè un' oncia di acqua, secondo il detto famosissimo Autore, verrebbe ad essere ventotto libbre parigine. Ciò è affatto arbitrario; ma non ostante converrebbe pure, che gl' istromenti s' accordassero in determinare una quantità, alla quale potessero aver relazione le altre o maggiori, o minori.

Discorrendo della distribuzione dell' acque, io non ho preteso, che perciò si debbano togliere gli abusi, che in essa si commettono; poichè so quanto sia difficile di correggere gli errori inveterati, particolarmente quando sono generali, e ridondano in vantaggio di qualcheduno: e nè meno ho pensato di trovare i rimedj a tutti i casi possibili, bensì di aprire l'intelletto a' professori, acciocchè occorrendone de' non preveduti, possano trovare i ripieghi adattati a fare in tutti i casi la più giusta distribuzione delle acque, che sia possibile, particolarmente quando si debbano mettere in essere nuovi canali; onde per fine voglio avvertire, che * dubitandosi, che una distribuzione fatta sia giusta, è facile, trattandosi di piccioli canaletti, di escavare fosse eguali nel terreno, per esempio, di cinque piedi per ogni verso, ed osservare, se si riempiano in tempi eguali; e ciò sarà una prova certa, quando non si possa dubitare, che il terreno sia in un luogo più poroso, che nell' altro.

* AN. XVIII.

Servono anche i canali regolati *a fare delle bonificazioni*; ma perchè abbiamo destinato di averne particolare discorso a fine di scoprire alcuni errori, che ordinariamente si commettono, passeremo a discorrerne nel seguente Capitolo.



C A-

# CAPITOLO DECIMOTERZO.

## *Delle bonificazioni, e del modo, con che esse possano farsi utilmente.*

HA questo nome di *bonificazione* diversi significati; ma quì si prende solamente *per l'atto di render buono il terreno*, o reso, o mantenuto infruttifero dall'acque, che stanno stagnanti sulla di lui superficie o continuamente, o la maggior parte dell'anno. * Ciò s'ottiene in due maniere, cioè o per essiccazione, o per alluvione: le *bonificazioni fatte per essiccazione sono quelle, per ottenere le quali* non alterandosi la superficie del terreno bonificabile, *si procura, che o l'acque si divertiscano altrove*, e perciò, cessando la causa, cessi anche l'effetto dell'inondazione; *o pure che camminino regolate al loro termine* ( il che si fa mediante l'escavazione di canali proporzionati ) *senza occupare altro sito, che quello del loro condotto*. Le acque si divertiscono dal luogo inondato o col trattenerle dentro l'alveo proprio, ed impedire loro l'espansione, che prima avevano, armando d'argini le sponde dell'alveo predetto; o pure, quando ciò non basti, coll'obbligarle a prendere altra strada, e dar loro nuovo sbocco; ed il mezzo di ottenere questo fine, sono le nuove inalveazioni, delle quali discorreremo nel Capitolo seguente. Colla prima maniera è stata bonificata una gran parte della Lombardia, e generalmente sono stati resi fertili tutti quei siti, che sono soggetti alla manutenzione degli argini de' fiumi: in prova di che basta osservare gli effetti, che fanno i fiumi medesimi, quando rompendo gli argini, escono dal proprio letto, e si portano ad inondare le campagne; e nella seconda maniera sono stati bonificati altri siti sul Mantovano, Ferrarese, e Romagnola, e ne sarebbero bonificabili molti altri, quando gli uomini s'applicassero a studiare i mezzi per effettuare le diversioni dell'acque, che senza molto studio da tutti si conoscono necessarie.

* ANNOT. I.

Dell'

Dell' escavazioni delle fosse di scolo, che sono i mezzi più idonei per essiccare i terreni occupati dalle acque, abbiamo trattato di sopra nel Capitolo XI., parlando degli scoli delle campagne, ed altrove: solo in questo luogo si dee aggiugnere, che le *fosse predette rare volte possono far più, che dare lo scarico alle acque piovane, o paludose, e non mai a quelle de' fiumi*, se non con grandissima difficoltà, e lunghezza, e quello, che è più con danno degli alvei proprj, i quali essendo l'acque torbide, vengono ad interrirsi ec. Resta perciò da trattare in questo luogo delle bonificazioni per alluvione, delle quali non abbiamo fin ora avuto sufficiente discorso.

Si pratica questo rimedio a que' siti, *i quali sono così bassi di superficie, che non ponno avere scolo da parte veruna*; e perciò conviene, che restino paludosi, anche a cagione della sola acqua delle piogge: quindi è, che *affine che possano siti somiglianti avere lo scolo necessario, per mantenersi asciutti, è d' uopo alzarli di superficie*; il che quantunque per piccioli luoghi si possa ottenere, conducendovi la terra d'altronde, rispetto a' più estesi però è moralmente impossibile; e per lo contrario facilmente s'ottiene col mettere in opera le forze della natura, che vale a dire, col far sì, che l'acqua dei fiumi torbidi ve la porti. *In due modi* adunque *si possono adoperare le acque torbide dei fiumi per alzare terreni bassi*, cioè *o col mandarvi a sboccare un fiume*, torrente, o canale, *con tutto il suo corpo d' acqua*, ovvero *col prendere dal fiume vicino quella quantità d' acqua torbida, che si stima possa bastare per ottenere il fine preteso*.

*Quando un fiume sbocca tutto in un sito basso* ( il che non si può fare con utile, se questo sito non è una palude vastissima in proporzione del fiume, e se non si mettono anche in opera molte altre necessarie cautele, *non v' ha dubbio, che tutta, o la maggior parte della materia terrea, che l' intorbida, non sia per deporsi, e per conseguenza che il sito basso non sia per elevarsi*, riempiendosi di terra le di lui concavità. Ma quì debbono osservarsi diversi effetti di questi sbocchi aperti ; poichè ( 1. ) *l' altezza della palude si renderà maggiore di prima*; e perciò dilatandosi la di lei circonferenza, occuperà dei terreni antecedentemente

te

buoni: e perchè ordinariamente *le paludi si trovano nelle parti più basse delle pianure*, e la superficie di queste ha una insensibile declività; quindi è, ch'elevandosi il pelo della palude, il più delle volte si estenderà ad occupare spazio considerabile dei terreni fertili, che prima la circondavano, che per questa causa diventeranno paludosi. ( 2. ) *Se nella palude entravano gli scoli dei campi superiori, l'acqua della medesima elevatasi*, e tanto più in tempo di piena del fiume, *rigurgiterà per li loro alvei*, con interrirli allo sbocco, e per qualche tratto all' insù, arrivandovi torbida, e ne seguiranno quegli effetti perniciosi, che apporta l'alzamento dell'acqua dello scolo, e quello del di lui fondo. ( 3. ) *Lasciando il corso del fiume a disposizione di natura, non è possibile di ottenere la bonificazione di tutta la palude*, perchè esso vi s' inalveerà nel mezzo, o in altri luoghi, dove più lo porterà il genio della natura, formandosi colle alluvioni le sponde, e separerà la palude in due parti, lasciandone l'una a destra, e l'altra a sinistra. ( 4. ) *Le sponde del fiume* predetto *saranno più alte al labbro di esso, che negli altri luoghi*, e si porteranno a spalto ( a modo delle spiagge, che si trovano negli alvei dei fiumi ) a seppellirsi sotto il pelo d'acqua della palude. ( 5. ) *Molte volte accaderà, che* il prolungamento *del fiume chiuda l'esito* non solo alle parti destra, o sinistra della palude, ma ancora *agli scoli, che dentro vi sboccavano*: effetto ripieno molte volte di lagrimevoli conseguenze. ( 6. ) Perchè *il fiume nelle sue piene*, disarginato che sia, dee sormontare necessariamente le proprie ripe; quindi è, che *spingendo buona copia d'acqua in dette parti serrate della palude, le alzerà così di pelo, che saranno obbligate a spingersi colle inondazioni considerabilmente all' insù*. ( 7. ) * *I luoghi vicini agli sbocchi del fiume si alzano colle alluvioni di pura sabbia, i più lontani col limo*; ma protraendosi il fiume sopra le deposizioni di buon terreno, se ne fanno delle altre arenose, e sopra queste nuovamente si depone il limo, quando cioè le alluvioni si fanno coll'espansione superficiale del fiume. ( 8. ) * *Sin che la palude conserva il suo fondo, il fiume influente non vi si prolunga dentro con gran sollecitudine*, e dà a credere di potervi avere dentro ricetto de' secoli interi, prima di es-

* ANNOT. II.

* ANNOT. III.

sere

ſere giunto coll' inalveazione alla parte oppoſta; *ma ridotta che ſia colle depoſizioni a poca altezza d' acqua, allora comincia a ſcoprirſi terreno con gran preſtezza in più luoghi*, e di gran paſſo s' avanza la linea del fiume. ( 9. ) *Nel protraerſi l' alveo dentro la palude*, ſe pure non è così copioſo d' acqua, che poſſa mantenerſi il fondo orizzontale, il che rade volte ſuccede in caſi ſimili, *è neceſſario, che eſſo ſi vada alzando di fondo nelle parti ſuperiori*, e perciò che obblighi i popoli a maggiore alzamento di argini nei luoghi, dove prima erano, ed a farne dei nuovi, dove prima non erano neceſſarj. ( 10. ) *L' alzamento* medeſimo *di fondo impediſce l' eſito agli ſcoli, che sboccano nel fiume*, e colle ſorgive molte volte inſteriliſce le campagne contigue. ( 11. ) Dandoſi il caſo, che il fiume, il quale sbocca nella palude, ne riceva qualchedun altro nel proprio letto, e per conſeguenza che i terreni ſerrati fra due fiumi influenti non poſſano ſcolare, che al più nel punto della confluenza; *ſe lo ſcolo di detti terreni per l' alzamento del fondo del fiume ſarà impedito, indiſpenſabilmente dovranno diventare paludoſi*. ( 12. ) *Lo ſteſſo ſuccederà, quando nella medeſima palude sboccaſſero due, o più fiumi, i quali dalla natura foſſero portati ad unirſi*, colla protrazione delle loro linee, in un alveo ſolo.

Da tutti queſti effetti chiaramente può comprenderſi da ognuno, quali ſiano i danni, che procedono dal farſi le bonificazioni a fiume aperto, quanto poco utile portino queſte all' univerſale, e con quanta ragione ſveglino i riclami degl' intereſſati, particolarmente quando non vi ſono applicati gli opportuni rimedj, che potrebbero eſſere: ( 1. ) *gli argini circondanti la palude*, quando il terreno ſomminiſtri materia idonea per farli reſiſtenti, e queſti ad effetto d' impedire l' eſpanſioni della palude medeſima; ma biſogna avvertire di non prendere errore sì nell' altezza, che nella groſſezza, e buona fabbrica di eſſi: ( 2. ) * *buoni, ed ampj sbocchi alla palude* per iſcarico dell' acque del fiume, e ciò ſerve ad impedire la ſoverchia elevazione del pelo della medeſima: ( 3. ) *le chiaviche agli ſcoli*, quando il ſito, e le circoſtanze ne permettano l' uſo, o pure la diverſione degli ſteſſi ad altra parte, quando ſia poſſi-

* AN-NOT. IV.

bile, e ciò provvederà anche ai rigurgiti, ed impedimenti dei condotti. Se o l'uno, o l'altro di questi provvedimenti non sia praticabile, è irrimediabile il male: ( 4. ) *la divisione del fiume in più rami*, che portino l'acqua ad interrire regolatamente prima le parti superiori della palude, e dopo le inferiori: ( 5. ) *gli argini laterali al fiume*, che impediscono l'espansioni sopra i fondi sufficientemente bonificati: ( 6. ) *il mantenere il ramo principale del fiume nel mezzo della palude*, acciò la bonificazione possa farsi nell'istesso tempo egualmente da una parte, e dall'altra, e non si chiuda mai l'esito all'acque chiare della medesima: ( 7. ) *il dar l'acqua limosa alle bonificazioni arenose*, per dare loro quella fertilità, che non è propria della sola sabbia: ( 8. ) *il salvare qualche picciolo corpo di palude*, quando si conosce necessario, per dare ricetto agli scoli de' terreni superiori, e molte volte anche a quelli della bonificazione, compita che sia. ( 9. ) *In caso che più fiumi sbocchino nella palude medesima, si devono, per quanto è possibile, tenere separate le alluvioni di ciascheduno*, per non impedire lo scarico agli scoli intermedj. ( 10. ) *Quando l'alzamento del fondo superiore del fiume arrivi ad impedire lo scolo de' terreni*, che non ponno averlo ad altra parte, che in esso, e non si possa impedire in modo alcuno, che continuando l'alzamento, non si rendano paludosi, *bisogna divertire il fiume dalla palude, e restituirlo al suo corso primiero*, acciocchè escavandosi nuovamente il di lui fondo, si rimettano i terreni superiori in buono stato. ( 11. ) * *Quando il fiume inalveandosi per la palude, necessariamente debba così alzarsi di fondo, che non possano scolare in esso i terreni bonificati, bisogna pure divertirlo.* ( 12. ) *Alzato che sia il terreno in maniera, che possa avere*, e mantenere *lo scolo necessario, bisogna divertire l'acqua torbida*, o arginando il fiume, quando sia capace di essere inalveato, senza danno dei terreni superiori, per la palude medesima; o pure dargli altro sbocco, ed inviarlo a termine più reale, * *essendo affatto impossibile, che un fiume di tal natura possa da se medesimo interamente inalvearsi fra le proprie alluvioni.*

* ANNOT. V.

* ANNOT. VI.

Ciò, che si è detto delle bonificazioni fatte a fiume aperto nelle paludi, si dee proporzionabilmente intendere di quelle, che alle volte si pre-

pretendono fare, col lasciare aperte lungo tempo le rotte dei fiumi, nelle quali in oltre è d'avvertire, che dei terreni bagnati dalle rotte, altri s'alzano molto, ma di materia cattiva, e sono quelli, che soggiaciono immediatamente alle rotte medesime, nei quali anche si formano gorghi, e canali, che rendono disuguale il piano della campagna; altri s'elevano meno, ma di terra migliore, e sono i situati in mediocre distanza dalla rotta stessa; ed altri finalmente, ricevendo l'acque chiarificate, non s'alzano di alcuna maniera, ma solo per l'inondazione s'insterilisscono, e sono i più lontani. Effetti perniciosi di questa sorte di bonificazioni sono l'intersecazione degli scoli, l'interrimento dei medesimi, e dei fossi delle campagne, la perdita delle case, e degli alberi, ed il danno, che s'apporta ai terreni ( e sono la maggior parte ) che senza ricevere alcun beneficio di alzamento, o di alluvione, restano privi delle raccolte per lungo tempo, e se l'acqua della rotta non troverà esito proporzionato, si formerà una palude, la quale cadrà sotto le considerazioni precedenti.

Più innocenti perciò, e di *maggior utilità sono le bonificazioni regolate*, che si fanno prendendo l'acqua dai fiumi, o canali torbidi, ed introducendola in quei siti, che si vogliono bonificare, e in ciò pure si devono aver alcune avvertenze. Prima: *devesi avere una buona chiavica nella sponda del fiume*, che possa ricevere l'acqua più, o meno abbondante, a misura del bisogno, ed in sito, che non sia battuto dal filone, sì per la tema, che possa accadere una rotta in quel sito, sì anche acciocchè per la chiavica non entrino rami d'alberi, che attraversandosi, impediscano o l'entrata dell'acqua, o l'abbassamento della porta di essa, occorrendo, o pure partoriscano altri cattivi effetti. ( 2. ) *Immediatamente dopo la chiavica si deve preparare un canale arginato al pari degli argini del fiume*, per lo quale si riceva l'acqua torbida, e s'introduca nel sito da bonificarsi. ( 3. ) *Questo sito si deve circondare d'argini*, acciocchè dentro la circonferenza di essi l'acqua possa rendersi stagnante, e deporre la terra portata: tal circonferenza dee racchiudere il maggior sito, che sia possibile, purchè proporzionato alla quantità della torbida, che può essere somministrata dalla chiavica, e

con tal mezzo si fa un gran risparmio di spesa. ( 4. ) *Si ha d'avere luogo preparato, dove scolare l'acqua, chiarificata* che sia, e non prima, siasi o canale, palude, o scolo pubblico. ( 5. ) Per buona regola si dee osservare *di bonificare prima i terreni immediatamente contigui all'argine del fiume*, e bonificati questi, progredire colla bonificazione ai più lontani: con ciò s'assodano gli argini del fiume, anzi si viene ad incassare il fiume fra gl'interrimenti, e conseguentemente con più sicurezza si può proseguire a valersi dell'uso della chiavica. Similmente è anche bene di *cominciar a fare le bonificazioni nei terreni più alti*, cioè più lontani dallo sbocco del fiume, e da questi *passare immediatamente ai più bassi*, perchè con ciò si ha più libero, ed aperto l'esito all'acque chiare. ( *6.* ) Se il canale derivato per la chiavica predetta porterà abbondanza di acqua, *si ponno intraprendere in un tempo medesimo bonificazioni in più luoghi*, diramando l'acqua del canale maggiore, e portandola per altri minori, dove occorre. ( 7. ) Se la bonificazione dovrà farsi in altezza considerabile, *potrà sul principio introdursi per la chiavica la torbida dal fondo del fiume*, perchè portando arena grossa, più presto si farà l'alluvione; ma quando questa sia arrivata ad un'altezza conveniente, e similmente quando il terreno da bonificarsi ricerchi poco alzamento, allora è meglio situare la soglia della chiavica, alta sopra il fondo del fiume a proporzione. ( 8. ) Perchè i terreni bonificati, benchè asciugati dal Sole, restano nondimeno molto porosi, e perciò, ridotti la prima volta a coltura, s'abbassano considerabilmente; quindi è, che per condurli ad un perfetto stato di bonificazione, fa di mestieri *alzarli con nuove torbide fino a quel segno, che probabilmente si crede dovere bastar loro, perchè siano capaci di buono scolo*; anzi se il fiume, che somministra la torbida, andasse alzandosi di fondo per lo prolungamento della linea, e che il sito, nel quale devono avere lo scolo, s'andasse altresì elevando, converrebbe di tempo in tempo far correre le chiaviche della bonificazione, ed andare rialzando i terreni di già bonificati. ( *9.* ) *Interrendosi i canali della bonificazione*, come bene spesso succede per la poca caduta, che hanno, *devono di nuovo scavarsi*, perchè ricevano acqua abbondante dal fiume,

se

se pure non si dasse il caso, che in quel tempo si avesse bisogno d'acqua torbida senz'arena; posciachè allora l'interrimento del canale serve ad escludere *l'acqua del fiume* vicino al fondo, ed a ricevere solamente *la più superficiale, che suol essere gravida di solo limo.* ( 10. ) *Se gli argini* delle bonificazioni *saranno a livello con quelli del fiume*, allora *torna l'istesso o si chiuda, o si tenga aperta la chiavica, dopo riempiuto di acqua tutto il sito circondato dagli argini*, purchè i medesimi non minaccino qualche rottura; ma *quando fossero più bassi*, assolutamente, *ripieni che siano di torbida i siti da bonificarsi, deve serrarsi la chiavica*, acciocchè sopravvenendo maggior copia d'acqua, non trabocchi sopra gli argini delle bonificazioni; è però bene sempre serrarla e in un caso, e nel altro. ( 11. ) *Quando si tratta* non tanto di alzare, quanto *di migliorare terreni, si deve osservare la qualità della torbida portata dal fiume*, trovandosene di quella, che in cambio di rendere fertili, insterilisce i fondi, sopra dei quali si depone. ( 12. ) *Quando non si abbia altro comodo di scolare l'acqua chiarificata, ciò può ottenersi* il più delle volte *nel sito inferiore del fiume medesimo* per un altra chiavica destinata non a ricevere le torbide, ma a trasmettere le chiare nel di lui alveo, la quale, fatta che sia la bonificazione superiore, potrà servire a bonificare i terreni inferiori. ( 13. ) *Se si fosse affatto senza luogo, dove scolare dett'acque chiare, non per questo si deve tralasciare di far la bonificazione*; poichè tra l'imbeversi che fa d'acqua il terreno, e tra l'evaporazione, la quale continuamente succede, anderà abbassandosi il livello dell'acqua, e potrà dar luogo a nuova torbida, finchè fattosi tanto alzamento, che basti, si possa rimettere, cessata la piena, nel fiume medesimo per lo stesso canale, e per la medesima chiavica l'acqua chiara della bonificazione. ( 14. ) *Lo scolo di quest'acque chiare*, quando si possa avere in qualche altro luogo, che nel fiume, dal quale prima partirono, *si promuove con un taglio fatto nell'argine della bonificazione*, che terminata l'escolazione, si dee subito tornare nello stato di prima, o pure è meglio valersi *d'una chiavichetta fatta in sito proporzionato*, da aprirsi, e serrarsi conforme il bisogno. ( 15. ) *Non avendosi terra sul principio, per fare*

gli

*gli argini accennati al* num. 3., *si può lasciar correre la chiavica senza di essi per qualche tempo*, sintantochè gl' interrimenti, i quali succederanno, ne somministrino il comodo, e la materia, ed allora poi bisogna costituirli secondo le regole già dette.

Coll' osservanza di queste regole si faranno le bonificazioni con maggiore spesa sì, ma con effetto anche più sollecito, rispetto a una parte di terreno circondata dai suoi argini, la quale ridotta a perfetta bonificazione, e coltura, restituisce in poco tempo col frutto le spese fatte. Vero è, che tutto il corpo del terreno da bonificarsi richiede lungo tempo a perfezionarsi, quando abbia della vastità considerabile; ma *devesi* ben *preferire la sicurezza, e l' indennità dei vicini*, accompagnata dal vantaggio di dare buon fondo alle bonificazioni fatte in questa maniera, *alla brevità del tempo, con che si bonificano i siti a fiume aperto*, i quali poi anche non ponno chiamarsi interamente bonificati, prima che il fiume non sia stato rimesso nel suo antico alveo, o non si sia stabilito, e regolato il di lui corso fra le bonificazioni, alle quali riesce sempre di danno; oltrechè, *se si vuole abbreviare il tempo alle bonificazioni regolate, ponno mettersi in pratica più chiaviche*, l' una dopo l' altra, e tante, che assorbiscano tutta l' acqua del fiume. Ma il fine più desiderabile si è, che *a questa maniera s' alzano i terreni superiori, e laterali al fiume, prima, o nell' istesso tempo, che gl' inferiori, e più lontani*; e la campagna tutta, bonificata che sia, viene ad acquistare un pendìo eguale a quello, che ha la cadente del pelo del fiume, levando in gran parte la necessità degli argini coll' incassazione, che succede al fiume medesimo, che è uno dei più potenti rimedj, che si possano avere, per impedire le inondazioni, e per dare buono scolo alle campagne; laddove *le bonificazioni a fiume aperto ponno bene elevare i siti più bassi, ma nell' istesso tempo tolgono lo scolo alle campagne più alte*, e rendono paludosi molti siti, che prima erano fruttiferi. La facilità ancora, che s' ha di maneggiare i canali delle bonificazioni regolate, fa, che si riempiano tutti i siti bassi, e che si possa scavare, o lasciare un buono, e facile scolo per li terreni più alti, il quale è altrettanto necessario a questi, quanto alle bonificazioni medesime, per isca-

iſcarico delle loro acque, tanto nel tempo che ſi fanno, quanto dopo che ſiano perfezionate.

Ridotta che ſia una bonificazione al ſuo ultimo ſtato, ſi dee provvedere di ſcolo per l'acque delle piogge: ma circa queſto particolare non credo doverſi quì aggiugnere coſa alcuna oltre ciò, che è ſtato detto, trattando degli ſcoli nel *Capitolo XI.* Solo voglio avvertire, ch'è neceſſario di penſarvi, prima d'intraprendere la bonificazione; poſciachè le foſſe pubbliche di ſcolo, in queſti caſi, ſogliono eſſer quelle, per le quali prima ſi ſcolavano le bonificazioni; e perciò il penſiere, che l'architetto ſi prende per ben ſituare, e regolare queſte, ſerve ancora per quelle.

# CAPITOLO DECIMOQUARTO.

## *Delle conſiderazioni da averſi, quando ſi vogliono fare nuove inalveazioni de' fiumi.*

E' l'inalveazione de' fiumi, qualora ſi debba fare colle regole dell'arte, non colle forze della natura, una delle più difficili operazioni, che accadano ad un architetto d'acque, ſiaſi o perchè, ad effetto d'intraprenderla con metodo, ſi richieda una perfetta cognizione teorica, o pure perchè pochi ſiano nel mondo gli eſempj di tali intrapreſe, da' quali poſſa dedurſene quel lume, che baſta, per non inciampare, come talvolta è ſucceduto, in errori graviſſimi, che hanno reſa inutile la ſpeſa di ſomme immenſe di denaro, ed obbligati i popoli a deſiſtere dall' impreſa, perchè l'eſperienza ne ha moſtrata l'inſuſſiſtenza, ed il danno: ed in fatti ſi vedono anche a' noſtri giorni, come diſſe Tacito della foſſa propoſta da Severo, e Celeno, cominciata a far ſcavare da Nerone dal monte Averno ad Oſtia; ſi vedono, dico, ſparſe in diverſe parti della terra *veſtigia irritæ ſpei*. Quindi è, che noi avremmo creduto di mancare gravemente al debito, che hanno tutti gli uomini di comunicare, e contribuire alla pubblica felicità i proprj ritrovati, ſe in queſto

Trat-

Trattato ci fossimo astenuti dal discorrere di una materia così importante, e dal donare al mondo la notizia di quegli avvertimenti, che le occasioni, l'esperienza, e le dimostrazioni proposte nei precedenti Capitoli ci hanno fatto credere doversi avere, quando si hanno simili Proposizioni da esaminare, prima di risolverle, sì per non impegnare i popoli a spese inutili, sì per non renderli soggetti con nuove operazioni mal pensate a' gravissimi danni, che molte volte tirano seco l'esterminio d'intere Provincie. Io entrerò dunque a darne in succinto gli avvertimenti, che crederò necessarj da aversi nei casi accennati; ma non mi estenderò già a provare ad uno ad uno la verità de' medesimi, dipendendo questa immediatamente da ciò, che fin ora è stato detto negli antecedenti Capitoli, e particolarmente nel quinto, in proposito delle cadute ec., che è il punto più essenziale da considerarsi.

*Le mutazioni* adunque *di alveo*, che si fanno ai fiumi, sono di più sorti, ma tutte *si ponno ridurre a due capi*; poichè o si tratta *di mutar l'alveo senza mutare lo sbocco*, o pure *di portare il fiume a sboccare in un luogo diverso da quello, dove prima avea la foce*. Quelle, che si fanno senza mutazione di sbocco, per lo più s'intraprendono a fine di allontanare il fiume da qualche sito, al quale colle corrosioni, o in altra maniera pregiudica, ed alcune volte per avvicinarlo ad altri, a' quali dee servire per difesa, o apportare qualche altro vantaggio. * Quest' ultime mutazioni si chiamano *taglj*, e si fanno con sicurezza di esito, quando vi concorrano le necessarie circostanze. ( 1. ) La prima è, che *la via*, o linea *del taglio sia più breve di quella, che dal punto, dove comincia, a quello, dove termina, è fatta dal corso del fiume*; quindi è, che i taglj distesi in una linea sola godono d'una prerogativa essenziale per riuscire giovevoli, e sicuri: ( 2. ) che *il filone superiore del fiume sia ricevuto a dirittura dalla bocca del taglio*; altrimenti, non ostante la brevità minore della linea, il fiume da se non v'entrerà con quell' impeto, ch'è necessario per mantenervi il corso, allargarlo, ed escavarlo, ma piuttosto di nuovo l'interrirà, e farà gittata la spesa: ( 3. ) che *il terreno, per lo quale si deve fare il taglio, sia facile ad essere corroso*; perchè in altra maniera incontrandosi tali e fondo, e

* ANNOT. I.

spon-

sponde, che dalla violenza dell' acqua introdotta non possano essere corrose, può ben darsi il caso, che si derivi un canale d' acqua della grandezza, che si vorrà, ma non per questo si muti l' alveo antecedente del fiume, se pure la larghezza, e profondità del canale non si faccia uguale a quella del fiume.

In queste condizioni * basta scavare un canale per la linea disegnata, largo venticinque, o trenta piedi ( ed in alcuni casi anche meno, bastando, che l' acqua possa cominciare ad avervi corso ) e di profondità conveniente, comunicante dall' una parte, e dall' altra col fiume, al quale si vuole mutare l' alveo; poichè nelle prime piene comincierà ad allargarsi, e profondarsi, e col tempo renderassi alveo di tutto il fiume, ed a misura del di lui allargamento, e profondamento anderassi perdendo, cioè ristringendo, ed elevando di fondo col beneficio delle alluvioni l' alveo vecchio del fiume, fino ad essere abbandonato quasi affatto dall' acqua, che con un picciolo arginello di terra, fatto in luogo conveniente, affatto si divertirà dal sito antico. * ANNOT. II.

*Ne' fiumi, che corrono in ghiara, non sono di esito sicuro i tagli*; perchè essendo di loro genio particolare il mutar corso di quando in quando, cambiandolo da una parte all' altra per le cagioni addotte a suo luogo, rade volte s' incontra di goderne lungo tempo il beneficio, il quale può essere così grande, che si abbia a desiderare di ottenerlo anche temporaneo, e con azzardo: *ma ne' fiumi, che hanno il fondo arenoso, sono di più lunga durata*, ed anco si conservano perpetuamente, quando s' abbia la dovuta attenzione a mantenerli in dovere.

Incontrandosi, che il filone del fiume non entri tanto bene, quanto basta, nella bocca del taglio, riesce *utile la moltiplicazione delle bocche, e de' canali sul principio*, facendoli tutti in sito il più che sia possibile esposto alla corrente, e ciò non solo per facilitare maggiormente l' ingresso all' acqua, ma ancora perchè può darsi il caso, che il filone dell' acqua bassa ne imbocchi uno, quello della mezzana un altro, e quello della piena un altro; di modo che in tutti gli stati del fiume diasi luogo facile all' ingresso dell' acqua, e conseguentemente si faccia tale allargamento, che poscia renda il taglio idoneo a ricevere a

dirittura tutta la corrente; al qual fine concorrono ancora le inteſtature, o palificate baſſe, piantate poco di ſotto alle bocche del taglio, perchè l' impedimento, ch' eſſe fanno, ſerve molto a far voltare l' acqua per le bocche medeſime.

Se la ſtrada, che ſi vuole far prendere al fiume, ſia più lunga dell' antica, e per conſeguenza di minore caduta, non ſi potrà ottenere l' intento, che a forza d' una buona imboccatura del filone, che molte volte anche rieſce inutile, ſenza l'ajuto di qualche oſtacolo inferiore, il quale obblighi l' acqua a prendere la ſtrada, che ſi deſidera, e non mai forſe arriveraſſi all' intento di divertire il fiume totalmente, ſenza inteſtare l' alveo vecchio di tal maniera, che l' altezza maggiore delle piene non poſſa ſuperare l' inteſtatura.

Quando l' acqua del fiume ſia ſempre chiara, come che queſta non porta materia, colla quale poſſa interrire l' alveo antico, può ben darſi il caſo, che il corſo dell' acqua s' introduca nell' alveo nuovo anche per la maggior parte, ma non già che abbandoni del tutto la ſtrada antica, ſe non ſi fabbrica l' inteſtatura ſopraddetta: è ben vero, che lo ſmagrimento dell' acqua, la velocità ſminuita, e la diverſione, ch' ella ha per l' alveo nuovo, può renderne più facile la coſtruzione.

Incontrandoſi nell' eſcavazione del canale terra reſiſtente, e tale da non cedere alla forza del fiume ( accidente, che rade volte accaderà ) fa di meſtieri preparare l' alveo in quel ſito di tutta larghezza, e profondità, ſenza ſperare alcun beneficio dall' introdurviſi il fiume; ma ſuccedendo queſto caſo, forſe porterebbe tanto diſpendio da non intraprendere l' eſcavazione.

Quanto poi alla diverſione de' fiumi, accompagnata dalla mutazione degli sbocchi, che ſi chiama *nuova inalveazione*, ſi debbono *diſtinguere due caſi*; il primo ſi è, quando l' acqua, che dee introdurſi nell' alveo nuovo, ha da condurſi al ſuo termine ſenza meſcolanza di nuove acque; ed il ſecondo, quando dee ricevere per iſtrada l' influſſo di altri fiumi.

Nel primo caſo l' impreſa è aſſai facile, perchè il fiume medeſimo inſegna le qualità, che ha d' avere il nuovo alveo, ſpettanti alla larghez-

ghezza, altezza di ripe, ed escavazione; ma però dee considerarsi il termine, al quale si vuole portare il di lui sbocco, e la lunghezza della strada, che se gli assegna. Perciò avanti di risolvere circa la possibilità dell'opera, e circa la sussistenza de' vantaggi, che se ne vogliono ricavare, *devono* ( 1. ) *ponderarsi le condizioni tutte dell' alveo vecchio*, e considerare quali siano quelle, che consigliano la mutazione del letto; perchè non essendo esse per migliorarsi, sarebbe inutile l'intraprenderla. ( 2. ) * Se il fiume ha l'alveo stabilito, bisogna *fare un' esatta* *ANN.III.
*livellazione della di lui declività*, * con avvertire alle mutazioni, che *ANN.IV.
alla medesima ponno accadere, a causa o della materia, che porta in siti diversi, o dell'influsso di altri fiumi, che a lui s'uniscano nelle parti inferiori. ( 3. ) Si devono *misurare le sezioni del fiume* stesso, prima che patisca alcuna alterazione da altri fiumi influenti, ad effetto di accertarsi della larghezza dell' alveo, e dell'altezza delle ripe, che addimanda, avvertendo di non prenderle in sito di rigurgito, qual volta egli vi sia soggetto. ( 4. ) Si dee *livellare la campagna per quella linea, per la quale si pretende formare il nuovo alveo*, sino al termine, al quale si vuole sboccarlo, e quivi *accertarsi della massima bassezza di questo*; come per esempio, se è il mare, del sito, al quale il medesimo s'abbassa nel riflusso, e se è un altro fiume, del termine dell'acqua bassa, essendo perenne, o pure del di lui fondo, qualora sia temporaneo. ( 5. ) Quando il nuovo alveo abbia da sboccare in acqua perenne, si dee *cercare, se nel contorno v'è altro fiume, il quale presso a poco sia della stessa grandezza*, e qualità di quello, che si vuole inalveare, e scandagliare in esso quale altezza d'acqua il medesimo abbia al suo sbocco in tempo d'acqua bassa del recipiente, coll'avvertenze di sfuggire i gorghi, che accidentalmente vi si fanno. ( 6. ) E' necessario di *ponderare la caduta, che ha il fondo del fiume nel principio della nuova inalveazione sopra * il fondo, che dee avere lo sbocco*, il quale sa- * ANNOT. V.
rà tanto più basso della superficie dell'influente, quanto si sarà trovato essere quello dell' altro fiume sopraddetto, e trovando caduta minore di quella dell' alveo vecchio, sarà difficile, che in vece di ricavare vantaggio dalla nuova inalveazione, non se ne riportino danni maggiori de'

primi,

primi; ma trovandola uguale, o maggiore, si dee osservare come la medesima s'accomodi alla superficie della campagna. ( 7. ) E perciò si dee *delineare il profilo della campagna livellata*, colle sue misure di altezza, e lunghezza, * e sopra di esso descrivere la linea cadente del fondo della nuova inalveazione, cominciando dalla parte inferiore, cioè dal fondo, che si pretende dover essere quello della foce, e continuandola all'insù colla stessa inclinazione, che ha quello del fiume vecchio. In questa operazione si troverà, quale, e quanta debba essere l'escavazione sotto il piano di campagna, se il fondo del fiume cammini in alcun luogo sopra di esso, se abbia bisogno d'argini, o se sia per correre incassato, e perciò se sia per portare nocumento agli scoli delle campagne, in caso che ne venisse intersecato qualcuno, se i medesimi debbano essere obbligati alla soggezione delle chiaviche, o pure aver esito nell'alveo nuovo con foce aperta; ed in sostanza *paragonando le condizioni dell'alveo nuovo con quelle del vecchio*, *facilmente si conoscerà l'utile*, *che se n'è per ricavare*, e se questo meriti la spesa dell'operazione. ( 8. ) Se il termine della nuova inalveazione è un altro fiume, bisogna *mettere a conto l'escavazione del fondo*, *che dee succedere al fiume recipiente*, *e quella*, *che dovrà succedere nell'alveo del nuovo fiume*, *a causa de' rigurgiti*, le quantità delle quali due escavazioni non si ponno esattamente determinare; ma è certo, che influiscono nell'abbassamento dello sbocco, e conseguentemente di tutta la linea cadente del fiume nuovo; e facendosi lo sbocco al mare, si dee pure *far capitale degli effetti del flusso*, *e riflusso*, che sono già stati annoverati a suo luogo, particolarmente quando la foce sia ben disposta, e non impedita da venti. ( 9. ) * Occorrendo diminuire con argini la nuova inalveazione, *si determini l'altezza di essi da una linea tirata dalla parte inferiore all'insù*, che dee cominciarsi poco sopra il pelo più alto del recipiente, e mantenersi sempre superiore all'altezza, che può avere il fiume nelle sue piene; e perchè queste riescono meno declivi di superficie per tutto il sito, che risente il rigurgito del recipiente, perciò vicino allo sbocco ponno essere gli argini anch'essi meno inclinati; ma più lontano devono presso a poco secondare col loro piano superiore la ca-

* ANNOT. VI.

* ANNOT. VII.

dente

dente del fondo dell' alveo. ( 10. ) *La distanza degli argini si desume dal fiume vecchio*, se pure l' esperienza non avesse mostrato, ch' essa fosse o maggiore, o minore del bisogno; ma *vicino allo sbocco deesi ben avvertire di tenerli abbondantemente distanti l' uno dall' altro*, a riguardo delle mutazioni di sito, che per cause accidentali ponno avvenire allo sbocco medesimo, particolarmente quando non s' incontra di eleggerlo buono sul principio. ( 11. ) *La larghezza dell' escavazione può determinarsi in due maniere*; perchè, se si pretende di voltar il fiume tutto in una volta per l' alveo nuovo, allora bisogna dargli la larghezza, ch' è propria del fiume vecchio, e ciò è necessario, quando o la lunghezza dell' alveo nuovo sia maggiore di quella del vecchio, ed eguale la caduta dell' uno, e dell' altro, o il filone del fiume non imbocchi bene la nuova escavazione; ed in tal caso bisognerà intestare il fiume vecchio poco sotto l' imboccatura del nuovo, per obbligare l' acqua a corrervi dentro; ma quando il guadagno della caduta fosse considerabile, ed uguale, o minore la lunghezza della strada, ed in oltre quando il filone entrasse a dirittura nell' alveo nuovo, basterebbe escavare l' alveo per la quinta, o sesta parte ( più, o meno, secondo le diverse condizioni ec. ) della larghezza naturale del fiume; perchè, cominciando a correre l' acqua dentro l' alveo nuovo, e trovandovi facilità di corso, col tempo se lo proporzionerà al bisogno, ed interrirà l' alveo vecchio.

Tutto ciò si dee intendere rispetto ai fiumi torbidi; poichè *quelli, che portano acque chiare, basta, che abbiano apertura al termine inferiore, e non siano più bassi di superficie del medesimo* per potervisi portare: quanto però alla larghezza degli alvei, all' altezza, e distanza degli argini, ed alla facilità del corso, non sono diversi gli uni dagli altri: si dee però considerare la possibilità degl' interrimenti anche ne' fiumi d' acque chiare, per la corrosione, e dirupamento delle ripe, escavazioni di gorghi ec., e la morale impossibilità di escavarli, interriti che siano; e perciò non torna il conto d' azzardarsi, con difetto di caduta, a fare nuove inalveazioni di gran lunghezza, e larghezza, particolarmente quando l' acqua è perenne, e non si ha dove divertirla, in occasione di voler espurgare i fondi interriti.

Quando *l' inalveazione nuova* ha da essere *destinata a ricevere più fiumi*, che dentro vi scorrano, ed abbiano foci diverse, devono distinguersi due casi: perchè o i fiumi sono di simile, o di differente natura: sono di simile natura quelli, che nelle confluenze portano materie omogenee; e di differente natura sono quelli, de' quali la materia portata fino alle foci è di sostanza diversa.

Se si darà il caso, che *i fiumi da unirsi in un solo letto portino tutti materia omogenea* (per esempio, arena ec.) nel sito dell' unione, e che quello, che ha da ricevere gli altri, abbia caduta, e forza sufficiente a spingerla fino al suo termine, e che la situazione della campagna concorra a mantenerlo incassato, sarà di esito sicuro la nuova inalveazione; perchè * essendo l' unione di più acque correnti cagione di maggior profondità negli alvei, e di maggior bassezza nelle massime piene, ed in oltre rendendosi con ciò minore la necessità della caduta dell' alveo; manifestamente ne segue, che *quel pendìo, che basta ad un solo fiume, sarà tanto più bastevole a molti uniti insieme*, e se il piano di campagna può tenere incassato il primo, potrà essere molto più capace di tenerne incassati molti: anzi quando nell' inalveazione di un solo fiume si potesse dubitare di qualche picciolo danno, dipendente dalla soverchia altezza del fondo, l' accoppiamento di altri potrebbe esserne il rimedio. * Solo resta in questo caso incerta la larghezza dell' alveo, la quale dipendendo dalla natura del terreno, più, o meno facile da cedere al corso del fiume, e dall' abbondanza dell' acqua del medesimo, non si può esattamente determinare; nulladimeno non vi potrà correre grande sbaglio, se si avvertirà a ciò, che succede in casi simili a quello, che si ha tra le mani; oltre che, se si ha bisogno d' argini, basta abbondare nella loro distanza, piuttosto che mancare; e se questi non saranno necessarj, l' elevazione, che farà la terra scavata dall' alveo nuovo, e gettata sulle sponde di esso, potrà servire di riparo, occorrendo, alle espansioni del fiume, fin tanto che acquistando il fiume da se la larghezza dovuta alle sue circostanze, si avrà proporzionato l' alveo.

* Ann. VIII.

* Ann not. IX.

Si dee in oltre riflettere, che *la nuova inalveazione può esser cagione, che i fiumi influenti in essa, benchè prima portassero materia o-*

*mo-*

*mogenea, comincino poscia a portarla eterogenea*: ciò potrà succedere, quando il fondo dell' influente, nel sito, dove fosse intersecato dal nuovo alveo, restasse molto superiore alla linea cadente del fondo dell' inalveazione, e che dovendo abbassarsi, aggiungesse caduta considerabile al suo letto superiore, il quale perciò si rendesse idoneo a spingere la ghiara nell' alveo nuovo, sebbene prima non ne portava; il che accadendo, potrebbe esservi qualche dubbio di buon esito, ed avrebbero luogo delle considerazioni ulteriori. Quindi è, che per accertarsi, che i fiumi uniti si conservino sempre della stessa natura, è necessario tal sito per l' inalveazione, che, quando anche s' accrescesse la caduta ad alcun fiume influente, non possa sensibilmente mutarsi la di lui natura nella confluenza; o pure, quando la necessità ricercasse l' elezione di sito diverso, bisognerebbe provvedervi con fabbriche di muro, a modo di chiuse, o cateratte, atte a sostentare il fondo del fiume allo sbocco, e ad elevarlo anche qualche poco di più, se si ha dubbio, che la velocità dell' acqua cadente dalla chiusa possa rapire dalle parti superiori materia pesante, e portarla nel nuovo alveo.

Al contrario, se il fiume influente avrà, nel sito dell' introduzione, il fondo considerabilmente più basso della cadente della nuova inalveazione, egli è evidente, che dovrà alzarsi allo sbocco, fino al sito, ch' è dovuto alla natura delle foci, e che in conseguenza interrirà il proprio alveo fino a quel segno: quindi è, che prima di fare simili operazioni, non solo è necessario di considerare il sito dell' alveo nuovo, ma in oltre quello di tutti i fiumi influenti, per assicurarsi, se, fatta che sia l' inalveazione, siano i loro letti per elevarsi, ed interrirsi, o per abbassarsi, ed escavarsi; e ciò affine di trovare i rimedj opportuni alla qualità degli sconcerti, che nell' uno, e nell' altro caso fossero per succedere. Per altro anche *in questa sorte d' inalveazione sono necessarj tutti gli avvertimenti, e regole addotte di sopra per l' inalveazione d' un fiume solo.*

Quando *i fiumi* siano *di differente natura*, è d' uopo distinguere più casi; perchè, se i fiumi superiori porteranno materia più pesante degl' inferiori, come sarebbe a dire, se il fiume principale portasse ghiara grossa, il primo influente più minuta, il secondo anche più minuta, e così grada-

gradatamente fino agl' inferiori, che portassero sola arena, o limo, in tali circostanze ( se per tutto lo spazio, nel quale i fiumi portano ghiara, vi sarà caduta uguale a quella, che ha d'avere il fiume principale nel principio della nuova inalveazione, e da lì in giù uguale a quella, che ha il fiume predetto in sito, dove corre in arena, e che concorrano tutte le altre circostanze per un utile, e buona operazione ) si potrà assicurare della buona riuscita di essa: la ragione anche in questo caso è manifesta; perchè, * se il fiume principale potrebbe portarvisi da se medesimo, maggiormente potrà farlo, unito che sia con altri; tanto più, che si suppone la caduta idonea a spingere ghiare più grosse per tutto il tratto, nel quale i fiumi influenti possono portare la ghiara nel nuovo fiume; e sebbene si può dubitare, che l'unione di più acque possa spingerla più giù di quello, che si figura; ciò non ostante però questo difetto probabilmente sarà compensato dalla caduta, che nell'unione di più fiumi richiedesi minore di quella, che si suppone convenire ad un solo, e dalla diminuzione delle ghiare, che tira seco la necessità di minore pendìo. *Questo* però *è un punto da considerarsi sul fatto*, e che richiede un giudicio ben pesato, per fare un' aggiustata compensazione degli eccessi, e dei difetti.

* ANNOT. X.

Ma quello, che porta seco maggiore difficoltà, e che non può accertatamente praticarsi, se non quando si ha caduta esorbitante, ed altezza di piano di campagna considerabile, si è il *caso, nel quale i fiumi influenti portino materie più pesanti di quelle del fiume principale nel punto dell' intersecazione*; poichè egli è certo, che, quando anche la caduta del nuovo alveo fosse tanta, che bastasse per lo corso del primo fiume, che v' entra, non perciò si può con sicurezza concludere, che possa bastare per tutti, attesochè, se i fiumi inferiori vi porteranno dentro ghiara grossa, che faccia in esso qualche elevazione, può essere, che questa sia tanto grande, che tolga la caduta al fiume principale, e l'obblighi perciò ad elevarsi di fondo, potendo ben giovare l' unione dell' acqua a fare, che la materia deposta non renda l' alveo tanto declive, quanto richiede d'essere quello dell' influente, ma non già ad impedirne affatto la deposizione, la quale in certi casi potrebbe essere tanto

to grande, che facesse elevare il ondo del nuovo alveo sopra 'l piano delle campagne. Lo stesso può succedere al primo fiume influente per le deposizioni del secondo, al secondo per quelle del terzo, e così successivamente, finchè s'arrivi ad uno, la cui caduta al suo termine basti ( senza far nuovo alzamento, o tale da sormontare le ripe ) per ispingere le ghiare proprie fino al termine prescritto loro dalla natura, e per farlo correre felicemente allo sbocco.

Per assicurarsi della quantità dell' alzamento di fondo, ch'è per seguire in questi casi, *sarebbe necessario d' inventare un metodo di delineare le linee cadenti del fondo de' fiumi uniti, in ogni possibile circostanza*; ma questo fin ora non è stato tentato, nè trovato da alcuno, e forse, se non è impossibile, almeno è tanto difficile, che moralmente può equipararsi allo stesso impossibile. Quindi è, che mancando una regola certa per fare inalveazioni di questo genere, si ha bisogno di cercare altri mezzi per potere, se non certamente, almeno con molto di verisimilitudine, giudicare della loro possibilità.

Pare assai conforme alla natura, ed alle osservazioni, le quali si sono fatte de' fiumi, che le ghiare introdotte in un fondo orizzontale non possano essere trasportate all' ingiù per qualunque forza d' acqua corrente; e di fatto non si vede, che i fiumi reali ne portino di sorte alcuna al loro sbocco; anzi io ho sempre creduto, come ho motivato in altro luogo, che la cagione, per la quale il Po ha stabilito il suo alveo per mezzo della gran pianura della Lombardia, sia stata, che i fiumi influenti dall' una, e dall' altra parte, colla deposizione delle materie ghiarose, lo abbiano impedito di stabilirsi in altro luogo, che in quello in circa, dove egli corre al presente; ed in fatti si vede, che tolto quel tratto del di lui alveo, per lo quale corre su il fondo continuatamente ghiaroso, non riceve più da alcuno de' fiumi influenti altra materia, che arenosa. Quindi pare, che si possa raccogliere, che *le cadenti de' fiumi in ghiara, quantunque abbondanti di acqua, desiderino qualche declività*, la quale probabilmente deve essere maggiore di quella, ch' è dovuta a' fiumi mediocri, che corrono in arena, cioè a dire più di quindici, o sedici oncie per miglio, e tanto maggiore, quanto i fiumi sono più scarsi

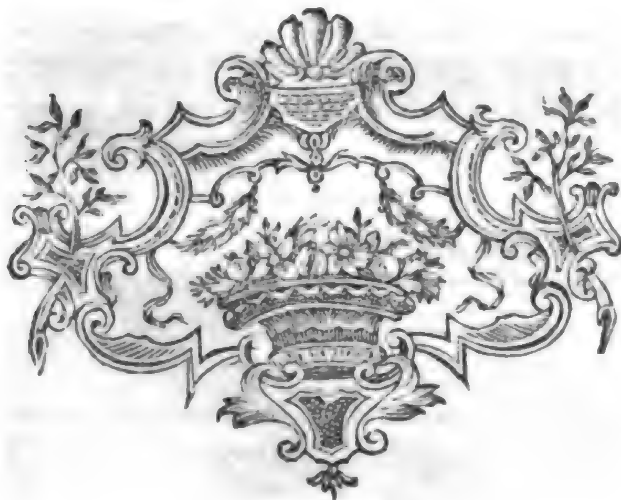
di

di acqua, e le ghiare più groſſe. Egli è poi certo, che le cadenti ſuperiori devono appoggiarſi ſopra le inferiori, cioè a dire, che, ſiccome la cadente ultima del fiume viene regolata dalla baſſezza dello sbocco, così il termine di quella, che è immediatamente ſuperiore a queſta, ſi regola dall' altezza dell' ultima nel ſuo principio, e così ſucceſſivamente; quindi è, che quando nelle parti inferiori di un fiume ſia neceſſaria molta declività, ragionevolmente può dubitarſi, che il piano di campagna non poſſa ſoſtenere l' inalveazione, e perciò nell' ultimo caſo addotto è più da dubitarſi di ſiniſtro eſito, che da ſperarſi buona riuſcita.

Un ſol metodo vi è, che poſſa dare qualche barlume in materia così ardua, ed è di *conſiderare l' inalveazione gradatamente, come ſe ſi doveſſe inalveare ſolo l' ultimo fiume al termine preteſo*, e vedere ciò, che ſia per riuſcirne: indi figurandoſi fatta queſta inalveazione, qual volta ſia ella poſſibile, o in iſtato da poter migliorarſi coll' unione di un altro fiume, cercare qual eſito avrebbe l' introduzione del fiume immediatamente ſuccedente, nell' alveo del già detto, e parendo, che queſta ſia riuſcibile, paſſare alla conſiderazione del terzo, e così ſucceſſivamente ſino al fiume principale; e quando ſi trovaſſe, che ad uno ad uno daſſero ſperanza di buona riuſcita, allora, in caſo di preciſa neceſſità, potrebbe farſi l' inalveazione del fiume inferiore, e aſpettarne il ſucceſſo, il quale corriſpondendo al figurato, ſi potrebbe paſſare all' inalveazione dell' altro, e così proſeguire, oſſervando ſempre, prima d' intraprendere nuova operazione, il ſucceſſo della precedente, e trovando qualche effetto non penſato a ſvantaggio dell' inalveazione, ſegno ſarà di eſſere arrivato a quel termine, che la natura permette, e conſeguentemente non ſarà buon conſiglio l' avanzarſi più oltre.

La conſiderazione dello ſtato della campagna, per la quale ſi pretende far paſſare il nuovo alveo, dell' altezza, e declività della medeſima, del modo, con che ella è ſtata fatta, cioè, ſe naturale, o fatta dalle alluvioni, degli effetti de' fiumi, i quali la bagnano, delle loro circoſtanze, della ſituazione degli ſcoli, e loro termini, e molto più il rifleſſo ad altre operazioni di ſimil natura, qual volta ſe n' abbia l' eſempio, e l' eſame degli effetti, che ne ſono derivati, ponno alle occaſioni

ni suggerire de' motivi per maturare, o negligere le Proposizioni di questa sorte d'inalveazioni. Le livellazioni esatte de' termini, e de' mezzi dell' inalveazione proposta, regolata ne' termini di già addotti, l'osservazione del fondo de' fiumi influenti, e della materia, che portano, quella di altri fiumi uniti, ad oggetto di dedurne dall' esperienza la degradazione delle cadenti; e tutte le altre inspezioni proposte negli altri casi di sopra mentovati, potranno poi somministrare i mezzi per istimare presso a poco gli effetti, che potranno derivare da ciascheduna delle inalveazioni, da esaminarsi col metodo precedente, prima di metter mano all' operazione.



AN-

# ANNOTAZIONI

## AL CAPO PRIMO.

### ANNOTAZIONE I.

( Al §. *Ma egli* ec. )

*Ma egli è omai tempo, che dall' idea puramente mentale, che abbiamo portata del liquido, passiamo a darne l' idea fisica ec.*

A' tempi, ne' quali fu scritta quest' Opera, erano gli studj della maggior parte de' Filosofi quasi unicamente rivolti ad iscoprire, se possibil fosse la figura, la tessitura, i movimenti, e le altre affezioni meccaniche delle menome particelle, che costituiscono ciascuno de' corpi naturali, persuadendosi, che da ciò dipendesse l' ultimo compimento della scienza fisica, e la perfetta cognizione della natura, i cui effetti non da altri principj supponevano doversi riconoscere, che da due soli, materia, e moto. Fra quelli, che con maggiore studio, e con più attenta meditazione si adoperarono in così fatte ricerche, singolar lode certamente merita il nostro Autore, come si può scorgere dalle sue belle osservazioni intorno le figure de' sali, dal trattato del principio sulfureo, e da questo primo capo dell' Opera, che abbiamo per le mani, in cui prende a indagare le figure de' componimenti di que' fluidi, ch' egli chiama naturali: l' Acqua, l' Aria, l' Etere, ed il Mercurio.

Ma comechè egli abbia sopra tale argomento forse più d' ogni altro Scrittore ragionevolmente filosofato, mostrando nel presente capo per mezzo delle prime cinque proposizioni, e de' loro Corollarj potersi spiegare tutte, o quasi tutte le principali proprietà dell' Acqua [ della quale era suo principale intendimento di ragionare ] supposte le particelle di essa di figura sferica; convien confessare, che una tale Ipotesi è soggetta a difficoltà non disprezzabili, delle quali una sentii già proporre dall' acutissimo Filosofo, e Matematico il Sig. Co: Jacopo Riccato, ed è, che se l' Acqua non fosse, che un aggregato di piccole sfere, le quali insieme si toccassero ( siccome l' Autore ha dovuto supporre, che si tocchino ) e che fossero solide, o piene, e non già vuote [ che tali appunto pare, che egli le ponga nel §. *io ho pensato più volte*, non ammettendo altro vacuo, che quello, che rimane negl' interstizj delle particelle dell' Etere ] non pare possibile spiegare come si trovi in natura alcun corpo o fluido, o solido, che ecceda del doppio, anzi a molti doppj, la gravità specifica dell' acqua; laddove certamente alcuni ve ne hanno, e fra questi l' Argento vivo, che ben 13., o 14. volte l' eccedono. Imperocchè posto, a cagion d' esempio, un vaso cubico tutto pieno di sferette di tal grandezza, quale si vuol supporre quella de' menomi componenti dell' acqua, facil cosa è il dimostrare, che la somma degli spazj, che tra le sferette rimangono vuoti, sempre è minore della somma delle solidità di tutte le sferette; e perciò quando, rimosse queste, s' intendesse il medesimo vaso tutto pieno di qualunque altra materia, che non lasciasse alcun interstizio fra le sue parti [ che è quel più di materia, che da un tal vaso possa essere contenuto ] non potrebbe la quantità di tal materia essere nè pur doppia di quella di tutte le sferette, che capivano nel vaso; dal che siegue non potersi trovare alcun corpo, il cui peso specifico giunga al doppio di quello dell' acqua, giacchè per sentimento comune de' Filosofi [ e che pare comprovato dall' esperienza, per cui si osservano tutti i corpi solidi cadere, prescindendo dalle resistenze, con velocità eguali ] le quantità di materia contenute in ciascun corpo o solido, o aggregato di più solidi, sono proporzionali a' pesi degli stessi solidi.

Ma comunque sia della verità di questa, o di altre simili Ipotesi fisiche, egli si vuol avvertire, che sebbene il nostro Autore prende a dedurre le proprietà de' fluidi dalla supposizione delle loro figure, non intende tuttavia, che quelle dottrine, che egli è per esporre intorno al corso delle

Acque, si necessariamente dipendano da tale supposizione, che senza di essa non potessero essere bastantemente provate. Assai certo è tutto quello, che appartiene al suo principale argomento, sol che sia vera la sesta proposizione di questo capo, anzi pur solamente il secondo, e il terzo corollario di essa, i quali corollari [ come vedremo nelle note seguenti ] vengono sì costantemente confermati dall' esperienza, che si ponno prendere come primi principj in questa materia. Quindi è, che abbiamo stimato meglio tralasciare qualche annotazione, che ci sarebbe occorso di fare a queste prime proposizioni concernenti la figura sferica delle parti de' fluidi, per passare a ciò, che più da vicino appartiene al movimento dell' Acque, stimando, che i principj di questa scienza abbiano assai più saldi fondamenti nell' esperienza, che in qualunque discorso, comecchè ingegnoso de' Filosofi. Un tal modo di filosofare è anco più conforme al genio del secolo, in cui scriviamo, nel quale già pare, che comincino a andare in disuso quelle sottili conghietture intorno alla figura, e alla costituzione delle particelle de' corpi naturali, o sia per diffidenza di spiegare gli effetti della natura co' soli principj meccanici [ come dopo Cartesio si era cominciata a lusingare la maggior parte de' Fisici ] o sia per disperazione di colpir nel segno nell' adattarli a' Fenomeni particolari. Quindi, come saggiamente avvisa il Cavalier Neuton, più sano consiglio è il ridurre lo studio della Filosofia naturale al cercare colle osservazioni le leggi della natura, e poscia secondo queste leggi predire ne' casi particolari quali debbano essere i Fenomeni, giacchè tanto per l' appunto può bastare per gli usi della umana società [ al cui profitto debbono essere indirizzati gli studj degli uomini ] lasciando l' investigazione delle prime cagioni a chi stima di non impiegare inutilmente il suo tempo nel rintracciarle.

## ANNOTAZIONE II.

( Dopo il Corollario 6. prop. 5. §. *Per far vedere* )

*SE dunque il maggior peso de' fluidi prementi cagionasse, siccome maggior pressione, così maggiore velocità nel moto, sarebbe necessario, che il Mercurio, il quale è circa 13. volte, e mezzo più grave in specie dell'acqua, fosse uscito con velocità 13. volte in circa maggiore di quella dell' acqua; e pure è stata la medesima nell' uno, e nell' altra.*

Qui è da notare, che volendosi sostenere, come molti lo sostengono, che la velocità de' fluidi, che escono da' vasi, dipendesse dalla pressione di quella colonna di fluido, che sta sopra il foro, si potrebbe nulladimeno spiegare l' esperienza qui addotta, considerando, che a proporzione della pressione si debba variare non già la velocità, ma la quantità del moto del fluido, che esce in un dato tempo; attesochè il moto appunto, e non già la sola velocità di esso è quell' effetto adeguato, che in questa sentenza si vuol riconoscere dalla pressione.

Onde sta bene, che la velocità del Mercurio sia stata trovata nell' Esperimento la medesima, che quella dell' acqua, perchè così una pressione 13. volte maggiore viene ad avere spinto fuori del vaso un peso 13. volte maggiore di quello dell' acqua, che nello stesso tempo era spinto fuori dalla pressione dell' acqua. Veggasi intorno a ciò quello, che si dirà nell' annotazione quarta di questo capo.

## ANNOTAZIONE III.

[ Alla proposizione 6. ]

*SE un vaso sarà ripieno di sfere . . . . usciranno esse dopo qualche tempo colla stessa velocità, come se fossero discese da tanta altezza quanta è la distanza dello strato superiore dal foro.*

Quasi tutti gli Autori, che hanno scritto di questa materia, convengono, che i fluidi, i quali escono da' fori aperti ne' fondi de' vasi, entro i quali si contengono, abbiano al loro uscire quel medesimo grado di velocità, che essi avrebbono acquistato cadendo liberamente dalla quiete per uno spazio eguale all' altezza, che ha la superficie del fluido sopra il piano del foro; e tale velocità comunemente si reputa la medesima, che acquisterebbe un corpo solido nel cadere dalla quiete da pari altezza.

Al-

Alcuni di loro si sono in oltre avvisati di darne qualche dimostrazione *à priori*, e questi sono proceduti per due strade diverse; imperocchè altri di essi [ come quì il nostro Autore, e il Cavalier Neuton nella prop. 36. del libro secondo de' principj della Filosofia, secondo le ultime edizioni ] vogliono, che l'acqua, la quale esce dal foro, in tanto abbia quel tal grado di velocità, in quanto sia realmente caduta dalla superficie sino al foro, e cadutavi con moto accelerato per li medesimi gradi, che converrebbero ad un grave solido, formando nel suo cadere per mezzo l'acqua del vaso una figura a imbuto, che il Cavalier Neuton chiama *cateratta*, e che già era stata indicata dal Sig. Guglielmini nel lib. 4. prop. 6., e geometricamente determinata nel lib. 5. prop. 9. della misura delle acque correnti. In favore di tale Ipotesi porta quì il nostro Autore dopo il corollario 3. della presente proposizione l'osservazione del Mariotte, e d'altri, che le prime gocce d'acqua, che escono all'aprirsi del foro, abbiano velocità molto minore di quella, con cui si veggono sgorgare poscia dopo alcun poco di tempo, e che poi sempre mantengono, purchè la superficie dell'acqua stia sempre nel vaso alla medesima altezza; come se ad imprimere all'acqua tutta quella velocità, che la natura le può imprimere, fosse necessario, che quella della superficie fosse attualmente scesa fino al piano del foro. Ma in contrario pare, che faccia l'esperienza, la quale mostra, che tingendo di rosso, o d'altro colore la superficie dell'acqua, mentre questa va uscendo dal foro, non si osserva la tintura comunicarsi, se non lentissimamente, al getto dell'acqua, quasi che le parti di questa, che stanno a piombo sopra il foro, o non si movessero punto, o assai meno di quello, che richiederebbe la velocità, con cui si vede sgorgar l'acqua dal foro.

E quanto alla dimostrazione, che quì si adduce, che le sferette dello strato superiore debbano finalmente scendere fino al foro, quando ciò si conceda, non però ne siegue, che debbano scendervi in quel tempo sì brieve, e quasi istantaneo, in cui l'esperienza mostra cominciar l'acqua, dopo aperto il foro, ad uscire con tutta quella celerità, che poi serba; nè eziandio dee seguirne, che le sfere scese dallo strato superiore fra tanti impedimenti delle altre sfere laterali, che fanno anch'esse forza per uscir fuori, acquistino cadendo tutta quella velocità, che concepirebbero, se fossero liberamente cadute.

Altri dunque, e fra essi il Sig. Giovanni Bernulli [ negli atti degli eruditi del 1716. ] e il Sig. Ermanno [ nell'appendice alla Foronomia num. 10. ] stimando non doversi riconoscere la detta velocità come effetto di una tale discesa, hanno pensato potersi spiegare per la sola pressione del fluido superiore al foro, riputando tal pressione atta a produrre appunto quel grado di velocità, che produrrebbe la discesa, o sia poi, che alla pressione concorra il solo peso della colonna perpendicolare del fluido, che ha il foro per base, o sia, che vi concorra eziandio [ come altri credono, e noi più sotto ci ingegneremo di dimostrare ] la forza delle parti laterali, che cospirino a metter in moto il fluido, e a spremerlo, per così dire, fuori del vaso. Si può vedere intorno a ciò quello, che è stato scritto, e disputato fra' Signori Conte Riccato, Pietro Antonio Michelotti, Jacopo Jurin, Daniello Bernulli, ed altri celebri Filosofi.

Altri finalmente diffidando di tutte le dimostrazioni fondate sopra qualsivoglia ipotesi fisica intorno alla maniera, in cui opera la natura nel mettere in moto l'acqua, che esce da' vasi, hanno atteso ad accertarsi della velocità di essa per via di esperienze. Una di quelle, che si sogliono addurre, è il risalire, che fanno i getti dell'acqua fino all'altezza di quella, che è nella conserva, onde esce il tubo, per cui si dirizza in alto il getto [ salvo qualche piccol divario, che si attribuisce alla resistenza dell'aria, e ad altri impedimenti ]; da che inferiscono avere il getto all'uscire dal foro per l'appunto quella velocità, che l'acqua avrebbe acquistata cadendo da tanta altezza. Un altro argomento si suol ricavare dall'ampiezza delle Parabole descritte dalle vene dell'acqua, che escono da' fori aperti nelle sponde de' vasi [ giacchè non si dubita, che anco in questi la velocità non sia la medesima, che in quelli del fondo, supposta eguale l'altezza dell'acqua del vaso sopra il foro, il quale si vuol supporre in tal caso di diametro assai

pic-

piccolo, e insensibile rispettivamente alla altezza predetta ] le quali ampiezze, secondo le osservazioni fattene dal Cavalier Neuton, dal Sig. di Gravesande, e da altri, si trovano tali, quali le richiede il moto accelerato dell' acqua, combinato con una velocità orizzontale eguale a quella, che l' acqua medesima avrebbe acquistata nel cadere dalla superficie fino al foro.

E' tuttavia da avvertire, che simili sperienze, per quanto a me sembra, ben ponno mostrare la corrispondenza, e l' analogia, che passa fra l' accelerazione dell' acqua, e quella de' corpi solidi; ma non ponno provare l' intento, se non si prende per supposto, che le parti dell' acqua nel cadere concepiscano que' tali gradi di velocità per l' appunto negli stessi tempi, ne' quali li concepiscono i solidi; il che sebbene è ragionevole a credere, non pare tuttavia affatto irragionevole il dubitarne, massimamente attesa la particolar maniera, con cui cadono i fluidi a differenza de' solidi, ritenendo questi sempre la loro figura, e quelli cangiandola con restrignersi, ed assottigliarsi, a misura che si rendono più veloci; se pure non si ricorresse coll' Autore alle sferette, o ad altre parti minime del fluido col supporle solide, che è una mera ipotesi fisica, da cui sola non è ben sicuro ricavare alcuna conseguenza. Allora solo si uscirebbe da una tal dubbietà, quando gli esperimenti mostrassero essere eguali i tempi delle cadute dell' acqua nelle vene paraboliche, o quelli del risalire di essa ne' getti rivolti in alto, a quelli delle cadute de' solidi per uno spazio eguale; del che stimo impossibile l' accertarsi con esattezza, attesa la durata quasi istantanea di questi moti anco nelle maggiori altezze, nelle quali se ne possa far da noi qualche prova.

Un' altra sperienza si era comunemente giudicata la più certa per misurare la velocità dell' acqua nel suo uscire da' vasi, e quindi paragonarla con quelle de' corpi solidi, e consiste nel raccorre, e misurare la quantità, che ne esce sotto una data altezza della sua superficie in un dato tempo per un foro di data misura. Imperocchè se intenderemo, che l' acqua dopo di essere uscita dal foro, non fosse stata spinta abbasso dalla propria gravità, ma avesse tuttavia seguitato a scorrere orizzontalmente, ed equabilmente per tutto quel tempo, per cui si suppone essere stata raccolta, e però avesse in un tal movimento sempre serbato quel medesimo grado di velocità, che ebbe al primo uscire dal foro ( il qual grado sempre è lo stesso per ogni goccia d' acqua, che esca, attesa la permanenza dell' acqua nel vaso all' istessa altezza, che si ottiene con andarvene perpetuamente aggiungendo altrettanta, quanta ne esce ) è manifesto, che tutta la mole d' acqua uscita dal vaso avrebbe formata una colonna, o prisma retto, la cui base sarebbe il foro, e la lunghezza mostrerebbe lo spazio corso dalla prima goccia nel detto tempo con quella velocità, con cui essa, e tutte le altre fossero uscite; onde per aver la misura della velocità, basta aver quella della detta lunghezza, e questa si avrà dividendo la mole dell' acqua raccolta per l' area del foro. Trovata poi tal lunghezza si saprà con una semplice regola di proporzione quanta parte di essa si scorrerebbe colla detta velocità nel solo tempo, in cui un corpo solido caderebbe dalla quiete per tanta altezza, quanta ve ne ha nel vaso dalla superficie dell' acqua fino al piano del foro ( il qual tempo si calcolerà su gli esperimenti delle cadute de' gravi già fatti dall'Ugenio, e da altri ); e quest' ultimo spazio si potrà vedere se sia eguale a quello, che il corpo solido scorrerebbe equabilmente nel tempo calcolato colla velocità, che avrebbe acquistata cadendo dalla quiete dalla detta altezza ( il quale spazio per li teoremi del Galileo è sempre doppio dell' altezza della stessa caduta ); e trovandosi tale, si potrà conchiudere essere la velocità dell' acqua eguale a quella del corpo solido.

Ora il fatto è, che essendo stata raccolta, e misurata la quantità d' acqua uscita da' vasi in diverse prove fattene da diversi celebri esperimentatori, e specialmente dal Mariotte, e dal nostro Autore ( il quale le rapporta nell' altra sua Opera della misura delle acque correnti lib. 2. Prop. I., e sul fondamento di esse calcola una tavola degli spazj, che l' acqua descriverebbe nel tempo d' un minuto con quelle velocità, che essa ha, uscendo da' vasi sotto varie altezze da un' oncia fino a 30. piedi ) quando sopra tali misure si facevano i calcoli delle velocità dell' acqua col metodo finora espo-

esposto, queste risultavano sempre assai minori ( cioè del doppio in circa ) di quelle de' corpi solidi, come si può scorgere dagli esempi, che ne dà il P. Abate Grandi nel suo Trattato del movimento delle acque allo Scolio della Prop. 10. del lib. 2.; onde pareva, che l'esperienza chiaramente decidesse contro il teorema proposto. I medesimi calcoli si ponno ora facilitare coll' ingegnosa regola data dal chiarissimo Sig. Pitot, e dimostrata dal Sig. Fontanelle nel Tomo del 1730. dell'Istoria dell'Accademia Reale delle Scienze; cioè che moltiplicando sempre per 56. il numero de' piedi di Parigi, che si contengono nell'altezza della superficie dell'acqua del vaso sopra il piano del foro, e dal prodotto estraendo la radice quadrata, si avrà il numero de' piedi pur di Parigi, che l'acqua dovrebbe scorrere in una seconda di tempo con quel grado di velocità, con cui esce dal foro, se la detta velocità fosse la stessa, che quella de' corpi solidi caduti da eguale altezza.

Ma essendo poi state di bel nuovo replicate da altri simili esperienze, si sono notate nel farle alcune particolarità non avvertite nè dal Mariotte, nè dal Guglielmini, le quali hanno dato luogo in parte a diffidare di questo metodo, e in parte a correggerlo. Osservò il Cavalier Neuton ( nella detta Prop. 36. lib. 2. ) nelle vene, o zampilli dell'acqua, che esce per li fori de' vasi, un notabile ristringimento, che si palesa a pochissima distanza dal foro, o sia questo nel fondo, o nella sponda del vaso. La proporzione del diametro del foro a quello della vena ristretta era come di 25. a 21., essendo il foro in una lastra sottile apposta alla sponda. Attribuisce egli tale ristringimento alla forza delle parti laterali dell'acqua, che è intorno al foro, le quali concorrendo da ogni lato, e affollandosi per uscire da esso, vi si insinuano obbliquamente, e poscia a qualche distanza rimettendo le loro direzioni, cospirano con quella del getto, che scorge perpendicolarmente, al piano del foro. Il Sig. Marchese Poleni si accertò anch' egli con altre sperienze del detto ristringimento, ed osservò di più la proporzione accennata de' diametri esser maggiore, a misura che i fori sono più piccoli, anzi esservi notabile varietà secondo le diverse figure, colle quali è scavato il foro entro la grossezza della lastra, quantunque sottile, in cui egli è aperto, e tal contrazione appena rendersi manifesta, ove in vece d'una semplice lastra forata si adatti alla sponda del vaso un tubo cilindrico, o pure un cono troncato situato orizzontalmente, e che nella parte più stretta abbia il diametro eguale a quello del foro della lastra, cangiandosi tuttavia anche quì le proporzioni secondo le diverse lunghezze del tubo, siccome si cangiano eziandio le quantità d'acqua uscite in un tempo eguale, e sono assai più grandi, adoperando de' tubi, che de' semplici fori. Veggasi il racconto di queste, e di molte altre bellissime, e affatto nuove sperienze nella sua Opera *de Castellis* ec. dove riferisce eziandio altre particolarità da lui osservate, che tralascio.

Atteso il detto ristringimento stimò il Cavalier Neuton doversi nel calcolo delle velocità dell'acqua uscita da' fori aver riguardo non già al diametro del foro, ma a quello della vena ristretta, e così facendo trovava ne' suoi esperimenti le velocità dell'acqua rispondere a quelle de' corpi solidi. Lo stesso conchiuse a un dipresso il Sig. Poleni dopo molti calcoli, confessando tuttavia rimaner sempre quella dell'acqua un poco minore, come si può vedere nella sua lettera al chiarissimo Sig. Marinoni Matematico Cesareo, ove porta nuove sperienze, e considerazioni sopra tal materia; onde se così è, la Proposizione, di cui trattiamo, si può dire stabilita per esperienza, almeno a un dipresso. Quindi si inferisce, che le velocità assolute dell'acqua registrate nella mentovata Tavola del nostro Autore, ed espresse per gli spazi scorsi in un minuto, sono tutte minori del giusto, per non essersi da lui tenuto conto nelle sue esperienze fondamentali della contrazione del getto dell'acqua.

Nella medesima lettera il Sig. Poleni move dubbio se le fila d'acqua, che costituiscono un getto, siano in ogni caso sempre egualmente dense, e ristrette una coll' altra: mentre anco in que' casi, ne' quali non è sensibile il ristringimento del getto, come quando si cava l'acqua per mezzo di tubi, ha osservato raccogliersi in tempo eguale ora più, ora meno d'acqua secon-

do la diversa lunghezza del tubo, che era sempre del medesimo diametro, essendo costante l'altezza dell'acqua nel vaso; anzi era anco manifestamente eguale la velocità de' getti, poichè questi si vedevano descriver tutti la stessa parabola. Merita nel vero questo esperimento di essere attentamente considerato, mentre par che vada a ferire direttamente il metodo di argomentare la velocità dell'acqua dalla lunghezza delle colonne, che hanno per base il foro (o se si vuole, la sezione della vena ristretta) e che sono eguali alle moli d'acqua raccolte nell'esperimento.

Stimerei tuttavia, che siccome le sue sperienze, e tutte le altre fin qui riferite furono fatte con tubi, o fori di assai piccol diametro, ne' quali la somma degli effetti irregolari, che ponno dipendere da' predetti moti obbliqui, da' soffregamenti, dalle reflessioni nelle sponde, o negli orli, dall'adesione delle parti dell'acqua, dal mescolamento dell'aria, dalla resistenza di questa a' getti, e forse da altre cagioni, può avere proporzione assai notabile alla forza dell'acqua; così ove gli esperimenti si facessero con aperture maggiori, tali effetti si rendessero assai meno sensibili, e svanisse ogni scrupolo intorno a questo metodo di misurare la velocità dell'acqua; anzi dovrebbe anco in tal caso rendersi meno notabile la contrazione del getto, onde verisimilmente valendosi allora del detto metodo, si troverebbe la velocità o la medesima, o poco diversa da quella de' solidi.

Egli è ben vero, che quando il tubo, o il foro, con cui si facesse l'esperimento, fosse d'una gran luce, converrebbe, che eziandio il vaso fosse assai ampio, e tale, che l'area del foro non avesse proporzione gran fatto sensibile alla superficie dell'acqua, altrimenti, oltre che sarebbe difficile mantener nel vaso l'altezza di quella sempre permanente, stima il Sig. Neuton, che la velocità dell'acqua dovesse trovarsi eguale a quella d'un solido caduto non già dall'altezza della superficie sopra il foro, ma da altezza maggiore, che egli insegna di determinare nel Corollario I. della detta Proposizione 35. del 2. libro de' principj della Filosofia delle ultime edizioni. Anco il Signor Mariotte nel discorso 3. della Parte III. del suo Trattato del moto delle acque mostra con ragioni, e sperienze dovere in tal caso restare alterata la velocità.

## ANNOTAZIONE IV.

( Al Corollario 2. della Proposizione 6. )

*LE velocità, colle quali le sfere escono da' fori sottoposti allo strato superiore, sono tra loro in proporzione dimidiata delle altezze, come si osserva appunto ne' getti d'acqua.*

Se la verità del presente Corollario necessariamente dipendesse da quella della Proposizione, onde egli è dedotto, sarebbe soggetta a tutte quelle dubbietà, che nella nota precedente si sono accennate, nè meriterebbe di esser presa, come dagli scrittori comunemente si prende, per primo principio della dottrina del moto delle acque. Ma tante sono le sperienze, che la comprovano, che pare non poter rimanere intorno ad essa alcuno scrupolo, nè vi ha forse verità fisica sì costantemente stabilita per le osservazioni come questa: cioè che le velocità di un medesimo fluido all'uscire da un medesimo foro aperto in un vaso stiano fra loro in ragione dimezzata delle altezze del fluido sopra il foro, che che sia poi, se le dette velocità siano precisamente quelle de' corpi solidi caduti da pari altezza; di che si è ragionato nella nota precedente.

Solamente conviene avvertire, che dopo le Osservazioni poc'anzi addotte del ristringimento delle vene dell'acqua, che sgorgano da' fori, e delle diverse quantità, che ne escono per li tubi da quelle, che si cavano per le semplici aperture di egual diametro, le sperienze non si ponno riputar decisive se non si paragonano fra loro quelle sole, che sempre sono state fatte in un medesimo modo, cioè sempre per uno stesso tubo, o per uno stesso foro, senza fare alcun cangiamento nè alla lunghezza del tubo, nè alla figura degli orli o sia del tubo, o sia del foro, ma col cangiar solamente l'altezza dell'acqua nel vaso. Quando dunque si confrontino insieme le osservazioni fatte in tali circostanze, perpetuamente si troveranno le quantità dell'acqua

raccolte in tempi eguali in ragione dimidiata delle altezze, e per conseguente anco le velocità saranno nella stessa proporzione; giacchè non sembra, che qui possa aver luogo lo scrupolo, che le velocità non siano proporzionali alle quantità predette, a cagione delle fila d'acqua ne' getti più, o meno dense, o delle direzioni più, o meno oblique, o d'altro, che sia, mentre tali irregolarità debbono essere le medesime nell'uno, e nell'altro degli esperimenti, che si confrontano insieme, parendo, che la sola mutazione dell'altezza dell'acqua nel vaso non possa indurre in ciò diversità alcuna. Tal verità si farà palese a chiunque ridurrà a calcolo non pure le sperienze del Mariotte, o quelle del nostro Autore (ciascuno de' quali si valeva d'una semplice lastra forata, e sempre della medesima) ma eziandio quelle del Sig. Poleni riferite nel detto libro *de Castellis* ec., le quali furono fatte ora con fori, ora con tubi di più figure, e con diversi cangiamenti negli uni, e negli altri, e scorgerà con piacere (non ostante la diversità delle quantità assolute dell'acqua uscite in queste diverse maniere sotto pari altezza) la mirabil costanza della natura nel serbare la detta proporzione, o sia, che l'esperienza sia stata fatta cavando l'acqua dal fondo, o dalla sponda del vaso, o sia ancora, che si confrontino le prove fatte nel fondo colle fatte nella sponda, purchè in tal caso sia stato adoperato un semplice foro, il quale sempre si vuol intendere di diametro assai piccolo, in modo che l'altezza dell'acqua o si misuri dalla parte superiore, o dall'inferiore del foro, si possa riputare sensibilmente la medesima.

La stessa proporzione dimidiata delle altezze si potrebbe confermare anco per le osservazioni delle salite de' getti d'acqua nelle fontane artificiali, o per quella dell'ampiezza delle parabole descritte dagli stessi getti, quando sieno orizzontali, o pure obbliqui; ma stimo soverchio trattenermi di più sopra questo particolare.

Oltre l'esperienza hanno eziandio gli Scrittori cercato di confermare questo Teorema con dimostrazioni. Quelli, che suppongono dipendere la velocità dell'acqua dall'attuale discesa da lei fatta dalla superficie fino al foro, agevolmente lo dimostrano applicando all'acqua l'ipotesi del Galileo comunemente ammessa, che le velocità de' corpi cadenti sieno in ragione dimezzata delle altezze delle cadute dalla quiete. Gli altri, che stimano dipendere la detta velocità dalla sola pressione, sono andati per altra strada. Fra questi il Sig. Varignon una prova ne addusse nelle Memorie dell'Accademia Reale delle Scienze del 1703., che è stata seguitata anco dal Sig. Ermanno nella Foronomia, e da altri, e che si riduce al seguente ragionamento.

Considera egli il moto di quella quantità d'acqua, che in un medesimo tempo esce dal foro F (*Tav.* 16. *Fig.* 60.) ora sotto un'altezza d'acqua F A, ora sotto un'altra F B, come effetto adeguato istantaneo delle pressioni delle colonne perpendicolari d'acqua, che hanno il foro per base. Dovendo dunque gli effetti essere proporzionali alle cagioni, sarà come la pressione della colonna F A alla pressione della colonna F B, così il moto dell'acqua, che esce in un tempo minimo sotto l'altezza F A, al moto di quella, che esce in tempo eguale sotto l'altezza F B.

Ora i detti moti altro non sono, che i prodotti delle quantità d'acqua, che escono, e delle velocità, colle quali escono, e però sono fra loro in ragione composta delle dette quantità, e velocità, le quali due ragioni non sono, che una stessa ragione, mentre la quantità d'acqua, che esce per un medesimo foro in un medesimo tempo, è maggiore, o minore per l'appunto a proporzione della velocità, con cui esce; e però la detta ragione de' moti non è altra, che quella de' quadrati delle velocità. Sta dunque il moto dell'acqua, che esce sotto l'altezza F A, al moto di quella, che esce sotto l'altezza F B, come il quadrato della velocità, con cui esce sotto F A, al quadrato di quella, con cui esce sotto F B; e per conseguente anco le pressioni delle colonne d'acqua, che cagionano questi moti, sono come i quadrati delle dette velocità. Ma le pressioni sono come le altezze delle colonne prementi (trattandosi di colonne dell'istessa base, e di materia omogenea) dunque il quadrato della velocità, con cui esce l'acqua sotto l'altezza F A, sta al quadrato della velocità, con cui esce sotto l'altezza F B, come F A

ad

ad F B, o quello, che è lo stesso, la velocità sotto F A sta alla velocità sotto F B in ragione dimezzata di F A ad F B; il che era da dimostrare.

Un tale ragionamento, come è manifesto, sussisterebbe ancora quando le forze, che producono il moto dell'acqua, che esce dal foro, non fossero le pressioni delle colonne F A, F B, purchè fossero proporzionali ad esse, come se a cagione d'esempio fossero doppie del peso delle dette colonne. Ora, che appunto sieno doppie lo pretese il Sig. Jurin nella dissertazione riferita al num. 373. delle transazioni filosofiche della Società Regia, e lo aveva anche prima determinato il Cavalier Neuton nell' altra ipotesi, che le velocità dipendessero dall'attuale discesa; sopra di che essendo poi stati d'altro avviso altri celebri Matematici, giova trattenersi alquanto intorno a ciò, potendo una tal ricerca dar qualche lume per meglio intendere come operi la natura nello spinger fuori le acque dalle aperture de' vasi.

Parmi dunque, che se la velocità dell' acqua all'uscire da un foro dipende dalla pressione, e se tal velocità è veramente eguale a quella d'un corpo solido disceso liberamente dalla quiete per uno spazio eguale all'altezza dell'acqua sopra il foro, la forza, che si impiega nell'espellere l'acqua dal foro predetto, non sia già eguale, ma doppia del peso della colonna d'acqua, che sta sopra il foro. Per dimostrarlo si consideri, che in un solido, il quale cominci a discendere, tutto l'effetto istantaneo di quella forza, che s'impiega nel moverlo, consiste in quella quantità di moto infinitamente piccola, che risulta dalla quantità finita della materia del solido moltiplicata nel grado di velocità infinitamente piccola impressogli in quell' istante dalla detta forza; laddove nel fluido, che comincia ad uscire da un vaso, tutto l'effetto istantaneo di quella forza, che si adopera nel moverlo, è quella quantità di moto infinitamente piccola, che nasce dalla quantità infinitamente piccola del fluido, che si espelle moltiplicata per quel grado finito di velocità, che la detta forza gli imprime. Dovendo dunque gli effetti istantanei adeguati essere proporzionali alle loro cagioni (quando gl'istanti si prendano di durata eguale) la proporzione del detto moto istantaneo del solido al moto istantaneo del fluido ci mostrerà la proporzione delle forze, che li producono. Ora la detta proporzione de' moti istantanei è quella delle somme de' medesimi moti risultanti dopo un tempo qualunque eguale finito; imperocchè ciascuna delle dette forze restando sempre la medesima, produce in ogni istante una quantità di moto eguale a quella, che produsse nel primo istante; e però in tempo eguale si producono somme di moto proporzionali a que' primi moti istantanei.

Prendendo dunque un tempo eguale finito, e per maggiore facilità scegliendo quello, in cui un corpo liberamente cadendo dalla quiete descrive tanto spazio, quanta è l'altezza dell'acqua del vaso sopra il piano del foro, è manifesto, che la somma de' moti istantanei del solido, che noi cerchiamo per tutto questo tempo, non è, che il prodotto della quantità della materia del solido per la somma di tutte le velocità momentanee da esso acquistate, cioè per la velocità totale, che il solido ha acquistata nel fine del detto tempo; e che parimente la somma, che noi cerchiamo de' moti istantanei del fluido per tutto il medesimo tempo, non è, che il prodotto della quantità della materia fluida uscita dal vaso nel detto tempo per quel grado di velocità costante, con cui è uscita. Ma questa si suppone eguale alla detta velocità acquistata dal solido; dunque la forza, che s'impiega nel mover il solido, starà alla forza, che s'adopera nell' espellere il fluido, come la quantità della materia del solido alla quantità della materia del fluido, che è uscita nel tempo predetto, cioè (per le cose accennate al §. *Un'altra esperienza* dell' Annotazione precedente) al doppio della colonna del fluido, che sta a piombo sopra il foro, o sia come il peso del solido al peso del doppio della colonna del fluido. Ma la forza, che s'impiega nel mover il solido, è certamente eguale al peso, anzi è lo stesso peso del solido: dunque la forza, che si esercita nell' espellere il fluido, è eguale al peso del doppio della colonna del fluido; il che ec.

Non dee fare difficoltà, che nel raccoglier la somma de' moti istantanei non

ab-

abbiamo messo in conto quel di più di moto, che di mano in mano ha il solido in virtù delle velocità antecedentemente acquistate, nè parimente quello, che ha il fluido già uscito dal vaso in virtù parte della velocità, con cui uscì, e parte di quella, che gli va imprimendo la sua gravità propria nel cadere per aria, perocchè questi non sono effetti istantanei di quella forza, che spinge il solido, o il fluido, ma sono una continuazione dell'effetto delle velocità già impresse, e continuerebbero tuttavia, quand'anco s'intendesse distrutta quella forza movente, di cui sola consideriamo l'effetto a ciascuno istante.

Da questo discorso si può dedurre, che il semplice peso della colonna del fluido, che sta perpendicolarmente sopra il foro, da se solo non basterebbe che per metà a cacciar fuori l'acqua con quella velocità, con cui esce dal vaso (se questa è eguale a quella d'un solido caduto da pari altezza), nè per trovare il rimanente della forza a ciò necessaria ad altro si saprebbe ricorrere, che all'altra acqua laterale, che è d'intorno alla detta colonna; e che spignendo secondo la comune proprietà de' fluidi per ogni verso, venga come ad ischiacciare, e ad assottigliare quell'ultima falda, o gocciola d'acqua, che si presenta al foro (la quale sola può cedere a tal pressione per avere l'esito aperto per lo stesso foro), e con ciò fuori la sprema, succedendo essa a riempier d'intorno intorno ciò, che quella ha lasciato di vuoto presso gli orli del foro, onde poi nasca la contrazione del getto. E però si dee conchiudere, che la forza di tutta l'acqua laterale nel produrre questo effetto sia altrettanta, quanta è quella della colonna perpendicolare, con cui in fatti essa sta in equilibrio; se pure non si dee dire piuttosto, che tutto l'effetto dipenda dalla detta acqua laterale, e che la colonna verticale altro non faccia, che andare somministrando al foro nuove falde di se stessa, di mano in mano che la forza obbliqua le va spremendo, e cacciando fuori del vaso.

Quindi è, che se nel vaso altr'acqua non fosse che quella, che sta a perpendicolo sopra il foro, come se il vaso fosse un tubo cilindrico pieno d'acqua, a cui tutto ad un tratto si levasse il fondo, non concepirebbe già l'acqua nel primo istante quel grado di velocità, che converrebbe alla sua altezza; ma comincierebbe ad uscire con quella velocità minima, con cui i gravi cominciano a cadere, e si andrebbe accelerando per que' medesimi gradi, che questi si accelerano, nè solo le parti prossime al foro, ma eziandio tutte le altre superiori avrebbero in ciascuno istante la medesima velocità, nè più, nè meno, che se il cilindro d'acqua fosse solido, e solamente giugnerebbe l'acqua a quel grado di velocità, che acquistano i solidi cadendo dalla detta altezza, quando dal tubo fosse uscita una quantità d'acqua eguale ad una sua intera tenuta; onde è, che per mantenere la superficie d'un tal vaso ad un'altezza permanente, converrebbe nel versarvi l'acqua dalla parte di sopra andar secondando quelle diverse velocità, colle quali essa uscirebbe per l'orificio inferiore.

Non lascierò per ultimo di avvertire, che molto lume si potrebbe a mio credere ricavare in questa materia facendo le sperienze delle velocità in un vaso, in cui fossero due fluidi di peso notabilmente diverso (a cagione d'esempio argento vivo con sopravi acqua), e variando in più maniere le altezze dell'uno, e dell'altro fluido; e ciò specialmente potrebbe servire ad accertarsi, se le velocità rispondano veramente alle pressioni, o alle discese, non dovendo allora esser queste nella ragione di quelle, come lo sono in un fluido omogeneo; ma il vaso vorrebbe essere assai ampio, affinchè in un tempo bastantemente lungo per assicurarsi delle velocità, non si abbassassero sensibilmente le superficie nè dell'uno, nè dell'altro fluido, con sospetto, che le velocità stesse andassero frattanto cangiando, e vi bisognerebbero sponde, e fondo di gran robustezza. Si potrebbe eziandio tentare con acqua, ed olio, dando all'uno, ed all'altro di questi fluidi una differenza ben grande d'altezza nel vaso, il quale si richiederebbe allora assai alto.

## ANNOTAZIONE V.

(Al Corollario 3. Prop. 6.)

S*E i fori saranno orizzontali, o verticali, o inclinati come si voglia, le velo-*

*cità dell'acque, che esce per essi, saranno pure in proporzione dimidiata delle altezze.*

Della verità di questo Corollario, che è fondamentale nella presente materia, si è data nell'Annotazione IV. bastante riprova per mezzo delle esperienze fatte nelle sponde de' vasi; ma siccome ne' fori verticali, o inclinati le altezze dell'acqua sopo diverse, prendendone la misura da' diversi punti della luce del foro inegualmente lontani dalla superficie, così è necessario avvertire, che quando il diametro del foro non fosse così piccolo da poterlo riputare come insensibile, allora si suppone comunemente dagli Scrittori, e con essi dal nostro Autore, che eziandio le velocità ne' detti punti siano varie, e sempre stiano fra loro in ragione dimezzata delle dette altezze, essendo solamente eguali fra loro le velocità di que' punti della luce del foro, che sono situati ad uno stesso livello; e ciò ha luogo, qualunque sia la figura del foro, e l'inclinazione del piano del medesimo.

Io non so veramente, che questa osservazione sia mai stata comprovata con alcuna sperienza, la quale non sarebbe difficile a farsi, raccogliendo secondo il solito l'acqua, che uscisse sotto un'altezza permanente in un certo tempo, tenendo il foro del tutto aperto, e paragonandola colla somma di quelle, che uscirebbero in tempo eguale da tutte le diverse parti della medesima luce, le quali si andassero aprendo ora nella sommità, ora nel mezzo, ora nel fondo della medesima; per toglier con ciò ogni scrupolo, che potesse nascere, se quell'acqua, che sgorga, a cagion d'esempio, dalla parte superiore, alteri per avventura la velocità di quell'altra, che nel tempo stesso esce dall'inferiore; nè mi pare irragionevole un tal dubbio nella oscurità, in cui siamo del modo, in cui opera la natura nel metter in moto il fluido. Anzi neppur so se mai sia stato provato, se facendo correre ad un medesimo tempo l'acqua per due fori situati a diverse profondità sotto la superficie, e fra loro separati, ne segua punto d'alterazione nelle velocità. Simili prove metterebbero in sicuro un tal fatto, che dal nostro Autore, anzi da tutti gli altri si presuppone come certo, e che serve di fondamento a una gran parte de' teoremi, che riguardano il corso de' fiumi, e solo si vorrebbe aver riguardo all'effetto de' soffregamenti dell'acqua cogli orli delle aperture, per le quali si facesse uscire; ma tal effetto non dovrebbe essere molto notabile, quando si trattasse d'una luce assai grande, non potendo allora l'acqua trattenuta dal soffregamento avere gran proporzione a tutta l'acqua, che uscirebbe per una tal luce.

Supposta intanto la verità di tale asserzione, cioè, che ne' fori delle sponde de' vasi ciascuna parte dell'acqua abbia al suo uscire la velocità in ragione dimidiata dell'altezza perpendicolare della superficie di quella, che stagna nel vaso sopra quel punto, onde ella esce; è manifesto, che la massima velocità converrà a quelle parti, che usciranno dal fondo di tale apertura (la quale a maggior facilità si supporrà di figura rettangola), e la minima a quelle, che sgorgheranno dalla sommità di essa, onde nel sito di mezzo dee darsi un punto (o piuttosto una linea orizzontale), a cui convenga una velocità mezzana fra tutte quelle, che competono alle diverse parti di tutta l'apertura, dimanierachè, se tutta l'acqua, che per essa si scarica, uscisse colla detta velocità mezzana, tanta appunto ne uscirebbe, quanta è quella, che esce colle dette velocità diverse, e questa si chiama *velocità media* di quella apertura, o luce; e il punto, a cui s'intende competere tale velocità, chiamasi *centro della velocità*. Il nostro Autore nel suo Trattato della Misura delle Acque correnti, e il P. Abate Grandi nel suo del Movimento dell'Acque hanno insegnato il modo di determinare geometricamente il sito del punto predetto, il quale è diverso secondo le varie altezze dell'acqua, nè mai cade precisamente nel mezzo dell'altezza della luce, ma più vicino alle sommità di essa, che al fondo. Da ciò siegue, che se nella sponda verticale d'un vaso sarà una luce, da cui si faccia uscir l'acqua sotto diverse altezze permanenti della superficie di quella, che stagna nel vaso, le velocità medie saranno in ragione dimezzata delle altezze della detta superficie sopra il centro di velocità di quella luce; e nella medesima ragione saranno eziandio

le

le quantità d'acqua, che ne usciranno in tempi eguali.

Sono stati alcuni, che hanno messo in dubbio, se queste regole intorno alle velocità abbiano luogo anche nel caso, che la sommità dell'apertura fosse precisamente all'altezza della superficie dell'acqua, che si contiene nel vaso (nel qual supposto è chiaro, che la velocità della parte suprema, che si presenta all'apertura, cioè quella della superficie dell'acqua del vaso, deve esser nulla), e però hanno preteso non potersi le regole finora addotte applicare alle luci, o sezioni, onde i fiumi escono dalle loro vasche, mentre per lo più tali emissarj sono aperti superiormente a tutta altezza, o anco sopra l'altezza della superficie dell'acqua, che è nella vasca. Non si saprebbe tuttavia immaginare sopra di che fosse appoggiato un tal dubbio; anzi ciò pare contrario all'uniformità delle leggi della natura. Mentre se intenderemo, che una luce di costante grandezza si vada di mano in mano alzando, e accostando alla superficie dell'acqua del vaso, le velocità medie di essa serberanno sempre un certo ordine, che si potrà esprimere colle applicate di una curva tirate sempre per la sommità della luce, e che abbiano per ascisse le distanze di essa dalla detta superficie; onde strano sarebbe, che in quell'ultimo punto, in cui la sommità predetta arriva ad ugualiarsi alla superficie, si cangiasse regola, e che l'applicata, la quale passerebbe per quel punto, non esprimesse anch'essa la velocità media, che risponde a tal situazione. Nè si può addurre in contrario l'esperienza del vedersi in tal caso muovere la superficie, che pure non dovrebbe muoversi; perocchè, come altrove spiega l'Autore, ciò ragionevolmente si può attribuire all'imperfezione della fluidità dell'acqua, le cui parti hanno qualche adesione fra loro, onde le inferiori movendosi strascinano seco le superiori. Anzi l'esperienza appunto pare, che stia a favore della dottrina finora spiegata, mentre fra quelle, che il Signor Marchese Poleni nel suo Libro *de motu aquæ mixto* all'Articolo 56. riferisce di aver fatte in un vaso, da cui usciva l'acqua per un taglio rettangolare aperto nella sponda fino alla sommità del vaso, alcune ve ne hanno, nelle quali essendo varia l'altezza dell'acqua entro il vaso, ebbe campo di dedurre la proporzione della velocità media, e questa asserisce aver trovata appunto in ragione dimidiata delle altezze. Tale sperienza serve anco in parte a togliere l'altro scrupolo, accennato di sopra, intorno alla proporzione delle velocità de' diversi punti d'una medesima luce, e solo resterebbe, che si replicassero nelle luci totalmente sommerse sotto l'acqua nel modo indicato.

Egli è ben vero, che nell'applicare agli emissarj, onde escono i fiumi, ciò, che si è detto delle velocità delle semplici aperture fatte nelle sponde de' vasi, vi ponno essere altri Capi di difficoltà non disprezzabili; ma di ciò non è questo il luogo di trattare, riserbandoci di farlo più opportunamente nelle Annotazioni al Capo Quarto.

# ANNOTAZIONI

## AL CAPO SECONDO.

### ANNOTAZIONE I.

(Al §. *Il Sig. Mariotte*)

*IL Signor Mariotte fece fare .... l'osservazione a Dijon, e da essa determinò, che la quantità dell'acqua caduta in un anno fosse di once 17. d'altezza.*

Queste osservazioni sono poi state continuate in Parigi da diversi altri della Accademia Reale delle Scienze, cioè oltre i Signori Perault, Sedileau, e de la Hire, che qui sono nominati, anco da' Signori Maraldi zio, e nipote, e da quest'ultimo tuttavia si vanno proseguendo; e l'esperienza di molti anni ha mostrato, che la quantità

tità dell'acqua, che piove colà un anno per l'altro, torna in once 19., o piuttosto in questi ultimi anni in 18. in circa del piede di Parigi. Ma essendosi fatte altre simili sperienze in altri luoghi della Francia, non si è trovato, che rispondano troppo bene a questa misura, anzi quasi per tutto notabilmente crescono sopra di essa. Avvertì già il Signor de la Hire nelle Memorie della stessa Accademia del 1710. col paragone da lui fatto delle misure prese a S. Malò, a Lione, ed altrove, che ne' luoghi più prossimi o al mare, o al monte piove assai più, che a Parigi, la cui situazione è come nel mezzo fra il monte, ed il mare, di maniera che la detta altezza di once 18., o 19. si dee riputare piuttosto la minima, che la mezzana tra quelle, che nella Francia sono state osservate.

Molto più di pioggia è stato trovato cader nell'Italia, la quale per essere secondo la sua lunghezza bagnata da due mari poco fra loro distanti, ed oltre ciò spartita per lo lungo, e poi anco chiusa, e terminata da altissime montagne, dee per l'uno, e per l'altro titolo abbondare di piogge più della Francia. Per le sperienze continuate molti anni in Pisa dal Sig. Tilli, egregio Professore in quello studio, le piogge si alzano ivi ragguagliatamente a 33. once, e in Livorno a 35. once della stessa misura del piede regio di Parigi. Molto maggiore è stata rinvenuta tal quantità in Modena dal celebre Sig. Domenico Corradi, Matematico di S. A. S., risultando dalle sue Osservazioni di 10. anni, cioè dal 1715. al 1724. once 47., e 9. linee per ciascun anno, e nella Provincia montuosa di Garfagnana al Forno Volastro l'altezza riesce anco assai maggiore, e quasi doppia di questa, cioè once 92., e linee 2., secondo che egli medesimo lui dedotto dalle misure ivi prese negli anni 1715., e 1716., comecchè questi due anni fossero de' più scarsi d'acqua.

Fra le montagne, colle quali confina a Settentrione l'Italia, cioè nell'Elvezia, il dottissimo Sig. Scheuchzer misurò a Zurigo le piogge dell'anno 1709. di once 32., linee 6. e mezzo, nel qual anno a Parigi non furono che once 21., linee 9. e mez. In Bologna ne abbiamo le osservazioni di 14. anni dal 1723. al 1736. fatte insieme con quelle de' barometri, de' termometri, de' venti, e delle meteore con esattezza, e giudizio incomparabile dal Signor Jacopo Bartolommeo Beccari, uno de' maggiori ornamenti di questa Università, e di questo Istituto delle Scienze, per le quali osservazioni si trova essere piovuto ragguagliatamente once 26., linee 4. sempre della predetta misura. Finalmente in Padova l'altezza delle piogge si accorda a un di presso con quelle di Parigi, per quanto leggo in un'Annotazione annessa al Libro dell'Origine delle Fontane del Sig. Vallisneri a carte 270., ove tal notizia si dice ricavata dal Sig. Marchese Poleni, insigne Matematico di quella famosa Università.

## ANNOTAZIONE II.

( Al §. suddetto *Il Signor Mariotte* )

M*A quello, che vi è di più considerabile, si è, che la quantità dell'acqua svaporata sopravanza di gran lunga quella delle piogge, determinandola il Signor Sedileau di once 32. e mezzo per anno.*

Anche questa ricerca, rispetto all'evaporazione dell'acqua del mare, è stata proseguita dall'acutissimo Filosofo il Sig. Hallej con esatte esperienze riferite al numero 189. delle Transazioni della Società Regia d'Inghilterra. Avendo egli ridotta l'acqua d'un vaso a quel grado di salsedine, che ha l'acqua marina, e fattale concepire quella temperie, che presso di noi ha l'aria nel tempo della più calda Estate (dell'uno, e dell'altro si accertò egli con somma industria, ed accuratezza) trovò, che nello spazio di due ore avea scemato tanto del primiero peso, quanto in quel vaso rispondeva in altezza alla parte trigesimaquinta di un dito del piede di Londra; la qual misura gli piacque tuttavia di ridurre al solo sessantesimo di un dito, credo per adattarla ad un grado di calore estivo minore del massimo; il che nello spazio di 12. ore monta alla decima parte di un dito della detta misura; e però figurando, che in tempo di notte niente affatto si svapori dal mare, nè mettendo eziandio in conto quell'evaporazione, che succede nelle prime, e nelle ultime ore del

del giorno (lungo in questi climi l'Estate assai più di ore 12.) si può esser certo, che la detta quantità della decima parte d'un dito di Londra sia anzi meno, che più di tutta l'evaporazione del mare in un giorno estivo, che sarebbe in ragione di 9. dita di Londra, cioè di once 8. e mezzo del piede di Parigi in tutto il corso de' tre mesi d'Estate. A questa quantità si dee aggiugner quella, che svapora nelle altre stagioni dell'anno, che pur è qualche cosa, e quell'altra molto maggiore, che non dal caldo dell'aria, ma dal vento vien sollevata, e di cui troppo difficile sarebbe fare esperimento; ma quanto grande ella sia, si può raccorre dalla comune osservazione, per cui veggiamo, come sollecitamente per poco vento, che spiri, si rasciughino i panni bagnati esposti all'aria aperta; e questa ha luogo (particolarmente sopra il mare) in ogni stagione dell'anno, nè più il giorno, che la notte; onde chi ne supponesse l'effetto in capo all'anno doppio di quello del semplice calore, non potrebbe a mio credere essere tacciato di peccare in eccesso. E però ben ponderando il tutto, si troverà, che le once 32. e mezzo tassate dal Sig. Sedileau, non si debbono giudicare soverchie. Egli è ben vero, che quella parte di evaporazione, che dipende dal calore, non si può supporre eguale in ogni tratto di mare, perciocchè il calore estivo non è per tutto di eguale intensione; onde qui ancora, come nelle piogge, si vuole avere riguardo alla diversità de' luoghi. Ma essendosi in queste sperienze preso per norma quel grado, che conviene alla nostra zona temperata, non si potrebbe errar di molto considerando la misura ritrovata dell'evaporazione, come universale per tutti i mari, comecchè il Sig. Hallej a maggior sicurezza non se ne vaglia per ricavarne alcuna conseguenza, fuorchè nel solo mare Mediterraneo.

## ANNOTAZIONE III.

(Al medesimo §. *Il Signor Mariotte*)

*SEbbene dalla terra bagnata non isvapora tant' acqua, quanta dall' acqua sola, nulladimeno non si può assai accertare, che l'acqua piovana basti per mantener tutti i fiumi senza l'ajuto di quella del mare.*

Di molto momento è questa riflessione dell'Autore sopra l'acqua, che svapora dalla terra dopo le piogge per non prender abbaglio in que' calcoli, per mezzo de' quali si cerca, se le sole piogge bastino per fornire a' fiumi tutta l'acqua, che essi portano in un tal tempo, come v. gr. in un anno. Certamente si può dare, e si dà spesse volte, e specialmente nelle stagioni alquanto calde, e quando la terra è assai sitibonda d'umore, che dopo le piogge buona parte di quella, che è caduta sopra terra, si rialzi ben tosto in vapori, e costipata di nuovo in nubi, ricada in piogge; nè ciò una sola, ma due, tre, e più volte di seguito, e ciò visibilmente si scorge fra le montagne, sopra le quali si alzano a piombo, come delle fumate, che ne inviluppano le sommità, e si sciolgono ben tosto in acqua; onde comunemente si prendono per presagio di vicina pioggia; e qualche cosa di simile avviene anco nelle pianure, quando le piogge si vanno alternando colle nebbie, la cui materia ben si comprende talvolta non esser portata altronde, ma rinascere, e sollevarsi dall'istessa terra, su cui è piovuto; e comecchè non sia possibile determinare quanta parte di acqua sia quella, che in ciascuno di tali casi torna a cangiarsi in vapori, e quanta quella, che è restata fra le vene della terra a poter dare alimento alle sorgenti de' fiumi, egli pare tuttavia, che quella prima non possa essere sì poca cosa, vedendosi in tali occasioni, che dopo larghe piogge ne sieguono altre quasi egualmente dirotte. Converrebbe dunque sapere la quantità dell'acqua svaporata, e diffalcarla da tutta quella, che è piovuta, per accertarsi di non mettere due, e tre, e forse dieci, e più volte una medesima quantità d'acqua nel conto di quella, che può servire alle fontane naturali.

Sarebbe oltre ciò da detrarre dall'acqua delle piogge quella, che passa in nutrimento delle piante, poca, secondo alcuni, ma non così poca secondo altri, giacchè nè pur questa concorre ad ingrossar le sorgenti. Nè si può sfuggire tal necessità col motivo, che questa ancora nel traspirare che fanno le piante, torni a ridursi in vapori, e finalmente in piogge; perocchè sempre ha

ha luogo il discorso poc'anzi fatto di non doversi mettere di bel nuovo a calcolo dell'entrata ne' fiumi ciò, che una volta vi è stato messo.

## ANNOTAZIONE IV.

( Al suddetto §. *Il Signor Mariotte* )

*IL medesimo Signor Sedileau . . . . servendosi della portata di diversi fiumi determinata per estimazione . . . . dal P. Riccioli . . . . calcola, che molto più di acqua sia portata da' fiumi dell'Inghilterra, dell'Irlanda, e della Spagna al mare, di quella possano provvedere le piogge, senza considerare l'evaporazione, che succede in un anno in tutta l'ampiezza di que' Regni ec.*

Tutto il contrario di quello, che parve al Signor Sedileau era paruto al Sig. Mariotte nel paragonar che fece ( Parte I. Discorso II. ) la portata del fiume Senna, da lui medesimo stabilita, colla quantità della pioggia, che cade in un anno sopra tutto il terreno, da cui quel fiume riceve le acque ( la qual pioggia suppose di once 15., con tutto che sia di 18., o 19. ), avendo egli calcolata la misura di questa più di sei volte maggiore dell'acqua, che porta il fiume; d'onde conchiude, che quando la terza parte delle piogge esalasse in vapori immediatamente dopo esser caduta, e la metà del rimanente restasse imbevuta tra le parti superficiali della terra, per mantenerla umida, e solo il di più penetrasse al di dentro, per passar quindi per occulti canali ad alimentar le sorgenti, ve ne sarebbe di soverchio per somministrare a' fiumi tutta quell'acqua, che realmente scorre per essi.

La gran differenza tra le conseguenze ricavate da questi due celebri uomini intorno a tal particolare proviene più che da altro dalle diverse supposizioni, che essi hanno seguite nel calcolare la quantità dell'acqua portata da' fiumi in un anno; e questo è veramente ciò, in che consiste la massima difficoltà della presente ricerca. Tal difficoltà si può dire, che abbia due capi principali. Il primo è nel giudicare della velocità assoluta di un fiume: notizia, che è indispensabilmente necessaria, oltre quella della larghezza, e profondità, per dedurne la misura dell'acqua, che egli porta. Quand'anco si potesse sapere la velocità della superficie nel filone, non vi è alcuna regola ben certa, per dedurne quella o sia delle parti laterali della stessa superficie, o sia delle interne sotto di essa, e volendosi ancora seguire intorno a ciò le ipotesi del nostro Autore, già si è accennato nel Capo I., e si vedrà di nuovo nel IV., e nel VII. niente potersi sapere di preciso per ciò, che riguarda le velocità assolute, sì perchè i numeri della tavola, che egli dà per trovarle, non sono sicuri, se non in quanto giusta è la proporzione per essi indicata, sì anche perchè troppo si può errare, adattando alle sezioni de' fiumi naturali, impediti per lo più da tanti ostacoli, le misure delle velocità calcolate per le acque, che scorrono libere da ogni resistenza. Che se pur si stimasse poterne venire a capo per mezzo delle osservazioni attuali delle velocità delle diverse parti dell'acqua d'una sezione, dedotte dalle deviazioni dal perpendicolo de' pendoli sommersi nell'acqua, qui ancora, per rilevare la misura assoluta delle velocità, conviene valersi di teoremi non bene accertati, e la stessa pratica di tal metodo richiederebbe un gran numero di osservazioni difficili, e soggette a diverse fallacie, come si vedrà nell'Annotazione XII. del Capo VII.

L'altro capo di difficoltà nasce dalla diversità degli stati del fiume in diversi tempi dell'anno, attesa la quale, quando anco si sapesse la portata di esso in qualche stato, come, a cagion d'esempio, nelle massime piene; ciò non basterebbe, se non si cercasse anco negli altri stati, perocchè in ciascuno di essi, oltre l'altezza, e la larghezza, si può eziandio cangiare la velocità, e quello, che forse è più difficile, converrebbe inoltre tener conto quanta parte dell'anno soglia mantenersi il fiume in ciascuno di que' diversi stati, per trovare quel mezzo aritmetico, che qui accenna l'Autore, non servendo il prendere una portata mezzana fra le estreme, se non si ha eziandio riguardo alla diversa durata di ciascuno degli stati predetti; e forse da questa più che da altra cagione dipende la gran differenza fra' predetti calcoli.

Ove poi la quantità d'acqua, che un fiume scarica in un anno, fosse ben certa, per paragonarla colla quantità osservata delle piogge cadute parimente in un anno sopra tutto quel tratto di terra, che o tramanda acqua nel fiume per mezzo de' torrenti, o potrebbe tramandarvela a poco a poco ricettandola intanto nelle vasche, onde sgorgano le fontane (tratto non così facile a determinarsi, massimamente a riguardo di queste ultime) converrebbe prima fare un altro ragguaglio delle diverse altezze, alle quali montano le piogge nella parte piana, nella montuosa, e nella marittima del detto tratto, con aver riguardo eziandio all'estensione di ciascuna di queste parti; e dopo ciò darvi un diffalco per conto di quell'acqua, che svapora dalla terra umida, e di quella, che va in alimento delle piante, come nella precedente Annotazione si è veduto, il qual diffalco è estremamente difficile a farsi, nè io saprei alcun modo di accertarlo, neppure prossimamente.

Da tutto ciò si può inferire quanto sia difficile il decidere questa celebre quistione anco rispetto a un solo fiume, non che a tutti i fiumi del Mondo; e quanto siano lontani dall'evidenza, che alcuni hanno pretesa, i giudicj, che ne sono stati dati ora per l'una, ora per l'altra parte; se pure non si vuol ammettere per evidente un calcolo, per cui si conchiuda, che una certa quantità d'acqua, che non ben sappiamo, detrattane un'altra, che assolutamente non sappiamo, sia eguale, o maggiore, o minore d'un'altra, che sappiamo anche meno di quelle.

Egli è ben vero, che nelle osservazioni, che si fanno della quantità dell'acqua, che piove, non si tiene, nè si può tener conto, se non di quello, che ne' luoghi comunemente abitati dagli uomini va cadendo in forma d'acqua, di neve, di gragnuola, di brina, e al più di rugiada; ma oltre questa avvertì già il Signor Halley, e dopo esso il Signor Jurin nella sua appendice alla Geografia del Varenio Cap. XVI. Prop. V., che nelle più alte cime de' monti può spesse volte adunarsi gran quantità di vapori fin colà sollevati da' venti, e discioglierli in piogge, le quali altrove non vengono osservate; e queste penetrando tra le fenditure della terra, e nelle cavità di essa ponno somministrare materia per le fontane, le quali appunto tutte, o quasi tutte dalla montagna si veggono scaturire. L'istessa nebbia, che si spesse volte inviluppa alcuni monti, e sopra di essi si posa per giorni, e per mesi interi, ancorchè altrove l'aria sia perfettamente purgata, pare, che persuada dovere restar ivi la terra quasi perpetuamente imbevuta di quelle minute stille, che poi si adunano in forma di gocce. Di queste racconta il Signor Halley avere osservata tal copia in tempo di notte nell'Isola di S. Elena, e sopra un monticello non molto elevato, che nello spazio di 7., o 8. minuti ne rimasero appannati i vetri de' telescopj, de' quali si serviva per le Osservazioni celesti, e inzuppate le carte, su cui le notava. Ben potrebbe darsi, che coteste, per così dire, occulte, e quasi perenni piogge sopra i monti supplissero a ciò, che per avventura si trovasse mancare alla somma di quelle, che ne' luoghi abitati si osservano, e si raccolgono per pareggiar la portata de' fiumi.

## ANNOTAZIONE V.

(Al medesimo §. *Il Signor Mariotte*).

S'*Aggiugne, che molti sono i fonti, che sensibilmente non si alterano dall'Estate all'Inverno .... e che altri sono situati nelle cime de' monti altissimi, e scaricano in tutto l'anno copia d'acqua molto maggiore di quella, che ne' siti più alti di quel contorno cada dal Cielo.*

La considerazione poc'anzi fatta dell'alimento quasi perpetuo, che tra le montagne ponno ricevere i fonti naturali da' vapori sciolti in gocciole o alle cime, o alle falde di esse, può forse servir di risposta ad amendue le difficoltà, che quì si muovono dall'Autore. Quando ciò non paresse bastare, molte altre risposte si ponno vedere nella Lezione Accademica del Signor Vallisneri sopra l'origine delle fontane, nelle note, che lo stesso chiarissimo Autore vi aggiunse, e nelle altre Scritture appartenenti all'istessa materia, che si trovano unite alla detta Lezione, e stampate in Venezia del 1726., e specialmente nel-

le

le sensatissime Annotazioni dell'anonimo, che cominciano a carte 243.; le quali Scritture tutte finiscono di mettere in ottimo lume l'opinione oggimai più comune tra' Filosofi, e che confesso sembrare a me ancora la più probabile, che l'origine de' fonti si debba riconoscere dà quell'umore, che cade da alto sopra la terra, senza che faccia uopo d'immaginare altre occulte strade, nè altri difficili meccanismi, per li quali le acque del mare si sollevino per entro le viscere della terra fino alle cime delle montagne. Per quello specialmente, che riguarda lo scaturire d'alcuni fonti dalle cime predette, osserva il Signor Vallisneri non darsi mai un tal caso, se non dove in non molta distanza si trovino altri monti più elevati di quello, onde escono tali sorgenti; e però pensa, che le acque cadute sopra que' luoghi più alti siano quelle, che le alimentino, facendosi strada a giugnervi sopra quegli strati di pietra, di tufo, di creta, o d'altra simil materia impenetrabile all'acqua, che il Signor Scheuchzero, e il Sig. Vallisneri stesso con altri hanno osservato trovarsi quasi sempre nell'interna struttura de' monti, e che spesso piegandosi, e inarcandosi da un monte all'altro, ponno prestare uffizio come di tanti sifoni, per far risalire le acque predette: spiegazione certamente ingegnosa, tuttavolta che tali strati si trovino di quà, e di là fiancheggiati per lo lungo, e chiusi come da due sponde di simil materia non penetrabile dall'acqua, sicchè essa non possa gemere, nè trapelar fuori lateralmente dalle parti più basse di tali sifoni, ma debba per necessità rimontare per essi allo insù, per andarsi ad equilibrare colla sua origine.

## ANNOTAZIONE VI.

( Al medesimo §. *Il Sig. Mariotte* )

O*Ltre di che si sa, che l'acqua delle piogge, e delle nevi non s'interna regolarmente, che pochi piedi sotto la superficie della terra.*

Anche questa difficoltà resta tolta di mezzo nel detto libro, e particolarmente nelle Annotazioni dell'anonimo a carte 291. e seg., ove si portano diverse sperienze, le quali convincono penetrare l'acqua entro la terra ad incredibili profondità, essendovi fra' terreni non coltivati fenditure, e canali, che cominciano presso la superficie, e s'internano molto addentro; al contrario di quel, che accade nella terra rimossa, e spianata de' campi, di cui solamente la crosta s'imbeve d'umore a poca grossezza.

## ANNOTAZIONE VII.

( Al §. *Non si può* )

M*A che l'acqua tutta de' fonti non riconosca altra origine, che dal Cielo, questo è quello, che non pare s'accordi assai bene nè colla ragione, nè coll'esperienza non solo per li motivi addotti, ma per altri molti ec.*

A tutti questi motivi parmi, che sia stato bastantemente risposto nel detto Libro, a cui perciò rimetto chi più brama in tal proposito. Soprattutto stimo, che debba fare gran forza, che essendo già fuor di dubbio, che le piogge, le nevi, e tutto il rimanente dell'acqua, che cade da alto, ha qualche parte, anzi ha grandissima parte nell'origine delle fontane, non par ragionevole il non voler riconoscere eziandio tutto il rimanente dalla medesima cagione, almeno finchè non resti positivamente dimostrato, che essa non basti a mantenere quella quantità intera d'acqua, che i fiumi portano; il che per le cose dette troppo è difficile di ridurre a calcolo.

## ANNOTAZIONE VIII.

( Al §. *Quello poi* )

A*Ltri credendo, che la superficie del mare sia più alta di qualsivoglia monte, hanno detto ciò farsi per la sola ragione dell'equilibrio.*

Che la superficie del mare sia più alta de' monti, può esser caduto in pensiero a chi non essendo istrutto de' principj della Geografia, non distingue fra un piano tangente la terra, e una superficie veramente orizzontale, cioè concentrica alla terra. Ma che ciò non ostante le acque del

mare

mare possano salire fino alle cime de' monti per la sola forza dell'equilibrio, è stata un' ingegnosa riflessione d' uno de' più insigni Filosofi, e Matematici del nostro secolo, il Signor Giovanni Bernulli. Considerando egli, che l'acqua dolce è più leggera della salsa, argomenta, che ove nel profondo del mare l'acqua deponesse come in un colatojo quel sale, con cui intimamente è mescolata, onde passando dolce per li pori della terra, e penetrando poscia per segreti canali, e cunicoli, potesse di nuovo risalire a livello della superficie del mare, non si potrebbe già arrestare, nè equilibrare a tal segno; ma ove i medesimi tubi fossero continuati allo insù verso l'alto delle montagne, potrebbe alzarsi dentro di essi finchè nel fianco, o nella cima d'un monte trovasse esito aperto nell'aria. Ma una tale ipotesi è soggetta a difficoltà, al mio parere, insuperabili, che ponno leggersi nelle Annotazioni, spesse volte mentovate alla lezione del Signor Vallisneri. Si mostra ivi con evidenza quasi geometrica l'impossibilità di tali colatoi in qualunque modo si pretenda, che operino nel separare il sale dall'acqua marina. Si riflette oltre ciò, che non potendo con un simile meccanismo alzarsi l'acqua dolce sopra la superficie della salsa, se non quanto porta la ragione reciproca delle gravità specifiche dell'una, e dell'altra, ed essendo le dette gravità prossimamente secondo alcuni come 46. a 45., al più secondo altri come 103. a 100., ne siegue, che la profondità del mare dovrebbe essere almeno 100. di quelle parti, tre delle quali fanno l'altezza sopra la superficie del mare delle cime più elevate, onde sgorghino fonti sopra la terra; onde trovandosene talvolta all'altezza di tre miglia Italiane in circa, dovrebbe il mare in qualche luogo esser profondo intorno a 100. miglia: profondità per dir vero troppo incredibile, e lontana da tutte quelle, fino alle quali si è potuto esplorare il fondo del mare con lo scandaglio; per tacere, che l'acqua dolce obbligata a montare allo insù per condotti lunghi più di 100. miglia (dopo aver camminato orizzontalmente talvolta più d'altrettanto ad effetto di ridursi a piombo sotto le predette montagne, il più delle volte assai lontane dal mare) non potrebbe in un cammino così lungo, così obbliquo, e così pieno d'intoppi, qual si può credere, che questo sarebbe, con quella forza, che le imprimesse il solo piccolo eccesso della gravità dell'acqua del mare sopra la sua propria, arrivare, che a gran fatica, e dopo gran tempo a tanta altezza; e giuntavi dovrebbe appena poterne gemere, e trasudar fuori con lentissimo corso, e non con quella vivacità, e celerità di moto, con cui si veggono talvolta spicciar fuori gli zampilli delle sorgenti. Altre istanze si ponno leggere nelle allegate Annotazioni a cart. 152., e seg.

## ANNOTAZIONE IX.

( Al §. *Ha l'ingegnosissimo* )

HA *l'ingegnosissimo des Cartes apportata un' opinione forse la più probabile, e la più prossima al vero ec.*

Non lascia anche questa opinione di esser soggetta a gravi difficoltà, come si può veder nelle Note del Signor Vallisneri alla detta sua lezione. Contuttociò non si vuol negare, che ella non sia la meno assurda fra quelle, che deducono l'alimento de' fonti da una occulta circolazione delle acque del mare per entro le viscere della terra; e quando veramente vi fosse una precisa necessità di cercar qualche ipotesi per supplire al difetto delle piogge nell'uso predetto, a questa, più che ad altra si potrebbe per avventura far ricorso. Darebbe tuttavia grande imbarazzo nel sostenerla un'osservazione fatta dal Signor Vallisneri, se ella fosse costante, e perpetua, cioè, che non si veggano giammai sorgenti uscire di sotto, ma sempre di sopra a quegli strati de' monti, che sono di materia impenetrabile all'acqua; mentre se gli strati predetti debbono, secondo tal ipotesi, servir di lambicchi a' vapori sollevati entro terra, per fermarli, e ridurli in gocciole d'acqua, tutto il contrario si dovrebbe osservare. Veggasi anco intorno a ciò quello, che il Signor Vallisneri ne ha scritto ne' luoghi accennati.

# ANNOTAZIONI

## AL CAPO TERZO.

### ANNOTAZIONE I.

( Al §. *Ponno essere* )

O *La natura le ha formate scavando il terreno, come sono quelle de' fiumi, che scorrono fra terra, e queste saranno dette da noi sponde naturali per escavazione.*

Quegli alvei de' fiumi, che hanno le sponde di questa sorta, si veggono per lo più averne due diversi ordini, cioè due piani con loro scarpe tanto dall'una, quanto dall'altra parte del fiume; de' quali piani l'inferiore chiamasi *ripa bassa*, e fra queste ripe si contiene l'acqua ordinaria del fiume, e l'altro *ripa alta*, e queste limitano l'espansione delle massime escrescenze, seppure il fiume non fosse inondante. Mancano tuttavia alle volte le scarpe tanto all'una, quanto all'altra ripa; anzi mancano spesse volte affatto le ripe basse, ristrignendosi ivi il fiume, ed avvicinandosi fra loro le ripe alte a terminarne la larghezza in ogni stato d'acqua.

### ANNOTAZIONE II.

( Al §. *La diversa* )

M*A se questa pendenza s'avanzasse dentro l'alveo del fiume considerabilmente, ed in maniera, che si mettesse insensibilmente sotto l'acqua, spingendo il corso dalla parte opposta, si nomina spiaggia, ed alluvione.*

Simili spiagge si denominano eziandio *greti*, o *renai*, i quali nomi convengono tuttavia anco a que' ridossi, che sono affatto staccati dalle ripe, e come in isola dentro il letto del fiume, ma che restano coperti nelle piene di questo, e in lingua Latina si denominano *pulvini*, e in Toscana *capezzali*.

### ANNOTAZIONE III.

( Al §. *I fiumi* )

T*Utto il terreno, che sta fra detta ripa, e l'argine, si chiama golena, o banca, o ghiaja.*

Quelle, che qui si chiamano golene, diconsi ancora in questi nostri Paesi *marezzane*, e *restare* ( usandosi particolarmente quest'ultimo nome, quando esse servono di strada ad uomini, o cavalli per tirar le barche allo insù coll'alzaja ), e in Toscana *banchine*, e sono proprie di quegli alvei, che sono prodotti per alluvione, prestando in essi l'uffizio, che prestano le ripe basse in quelli, che sono fatti per escavazione. Se l'alveo fatto per alluvione, dopo di essere stato arginato, non si è sollevato in maggior altezza, allora il piano delle golene è eguale a un dipresso al piano di campagna, che immediatamente è fuori degli argini; e tale è eziandio in questo supposto in quegli alvei, che sono stati scavati a mano, per condurvi un fiume; perocchè allora si fa servir di golena appunto quello spazio di campagna, che si lascia fra l'argine, e la ripa. Ma se il fiume si è alzato, dopo che egli è munito d'argini, i piani delle golene saranno regolarmente più alti del piano contiguo della campagna, perciocchè all'alzarsi del fondo si rialzano eziandio le golene dalle alluvioni; onde è, che il vedersi le golene più alte della campagna, può dare indizio di alzamento seguito del fiume. Egli è ben vero, che i piani delle golene sono assai irregolari di altezza, ed anco di positura, trovandosi ora orizzontali, ora inclinati e per lo lungo, e per lo traverso, e massimamente ne' fiumi tortuosi; benchè la loro natural costituzione dovesse essere di aver per lo lungo la stessa pendenza del fondo, e per lo traverso un poco d'inclinazione verso l'acqua.

## ANNOTAZIONE IV.

( Al §. *Il corso* )

M*A se cedono, acquistano quello di botte corrose, o di corrosioni.*

Le corrosioni de' fiumi sogliono in Toscana denominarsi col vocabolo di *rose*, o *lunate*, come il Signor Viviani le chiama.

## ANNOTAZIONE V.

( Al §. *Le differenze* )

M*A se occupa tutto il fiume da una ripa all' altra, si nomina dosso, o secca.*

Simili *dossi*, o *ridossi*, che occupano tutto il fiume da una ripa all'altra, succedono ove l'alveo di esso o si dirama, o si allarga, come nota l'Autore nel Corollario IV. Prop. III. del Capo V.

## ANNOTAZIONE VI.

( Al §. *Isola* )

M*A se non sarà tant' alto, si dice più propriamente bonello, e ciò particolarmente, se egli è formato dalle alluvioni del fiume.*

Queste isole, che s' intendono sotto nome di *bonelli*, e da altri di *mezzani*, pare, che propriamente ricevano tali denominazioni, quando siano sì rare volte coperte dall' acqua del fiume, che possano ridursi in coltura, o che almeno si vestano d' erbe, e virgulti; perocchè quando non sono, che una massa di ghiaja, o di arena, o al più vi allignano solamente vetrici, ed altre tali piante, passano più propriamente sotto il nome di dossi, di renai, o di greti, ancorchè siano affatto staccati dalle ripe, e presi in mezzo fra due braccia di esso fiume. Può darsi, che per li cangiamenti di corso, che succedono anche naturalmente ne' fiumi, e specialmente di prolungamento, o di raccorciamento della linea, un' isola fluviale torni a ridursi alla condizione di renajo, o al contrario un semplice renajo divenga isola, e ciò particolarmente dove i fiumi corrono in ghiaja, come si vedrà nell' Annotazione XI. del Cap. VI.

## ANNOTAZIONE VII.

( Al §. suddetto *Isola* )

I*N tal caso il terreno di mezzo si chiama polesine.*

Credesi questo nome derivato, e corrotto dal Greco *polinesi*, che significa *molte isole*. Molti amplissimi, e fertilissimi spazj di terra sono fra le braccia del Po, a' quali conviene tal nome, anzi tutto, o quasi tutto il Ferrarese non è, che un aggregato di polesini.

## ANNOTAZIONE VIII.

( Al §. *Colla stessa* )

E*D il luogo, per lo quale escono le acque, chiamasi emissario, o incile.*

Il nome d' *incile* pare, che strettamente si soglia attribuire agli emissarj artificiali, più che a' naturali, come a quelle chiaviche dette dai Latini *castella*, per li quali si deriva artificialmente dal fiume qualche quantità d' acqua.

## ANNOTAZIONE IX.

( Al medesimo §. *Colla stessa* )

G*Li stagni, o paludi sono acque di poco fondo; e perciò gli stagni l' Estate si asciugano, e sono fatti dalle piogge, le paludi non si seccano affatto in tutto il corso dell' anno, e son conservate dalle inondazioni de' fiumi, o dall' ingresso di qualche fiumicello, o torrente.*

Ancorchè l' estensione delle paludi (che presso di noi più comunemente si denominano *valli*) scemi in tempo d' Estate, e di scarsezza d' acqua; nulladimeno tutto quel recinto, che in acque alte rimane inondato, o anche solamente inumidito, e però incapace di perfetta coltura, suol dirsi *padule*.

## ANNOTAZIONE X.

( Al §. *Cadendo* )

Q*Ueste ultime si chiamano anche chiuse, traverse, pescaje, o sostegni.*

E in Toscana anche *leghe*, *serre*, e qualche volta *steccaje*, o *steccate*, credo principalmente quando sieno fabbricate senza muro, di sole palificate, e tavole.

Il nome di *sostegni*, benchè possa adattarsi a tutte le chiuse, comunemente si attribuisce a quelle fabbriche, che sostengono l'acqua, per frenare la rapidità del suo corso ad uso di navigazione.

### ANNOTAZIONE XI.

( Al §. *Per fine* )

L'*Unione delle acque piovane, che scolano dalla pianura ne' fossi, e da questi in piccioli alvei, si chiamano condotti, scoli, discursorj, o tratturi.*

In qualche luogo di Lombardia vengono anche detti *serie*, o *seriole*, e nella campagna di Roma, ed altri luoghi circonvicini si sogliono chiamare *forme*, *formoni*, o *formali*: nome ritenuto dall'antico Latino, con cui gli scolatoj de' campi si chiamavano *formæ agrorum*.





# ANNOTAZIONI

## AL CAPO QUARTO.

### ANNOTAZIONE I.

( Al §. *Restano dunque in fatti* )

D*Opo un certo spazio di discesa . . . . la resistenza dell'aria cominci ad operare sensibilmente, sinchè pareggiando essa la forza accelerante, impedisca, che la velocità più non s'accresca, e però di lì avanti il moto si renda equabile.*

Stimò l'Autore col Galileo, che il moto de' gravi cadenti per l'aria si riducesse dopo qualche tempo all'equabilità. Ma qui è da avvertire, che sebbene nella discesa di ciascun corpo si può figurare un grado di celerità massima, oltre la quale mai non possa aumentarsi il suo moto, pareggiandosi allora la forza della gravità alla resistenza del mezzo, e con ciò distruggendosi la forza accelerante, che consiste nell'eccesso di quella sopra questa (e tal velocità massima sarebbe quella, che per l'appunto basterebbe all'aria, o al vento, che si facesse soffiare allo insù, per tener sospeso quel corpo, senza che potesse cominciare a discendere); nulladimeno non può giammai la velocità del corpo cadente arrivare a quel tal grado, se non dopo un tempo infinito, come dopo l'Ugenio, il Leibnizio, e il Cavalier Neuton, hanno dimostrato altri moderni Matematici, e specialmente il Sig. Varignon, almeno in tutte quelle ipotesi, che loro è caduto in mente di esaminare intorno alla legge delle resistenze, cioè al rapporto di esse colle velocità; onde siegue, che i gravi mai non possano giugnere in virtù della resistenza dell'aria al moto equabile, ma perpetuamente debbano andarsi accelerando, comecchè tale accelerazione si riduca a poco a poco ad essere insensibile.

Ciò non ostante vedremo nelle Note seguenti, che la supposizione presa dal nostro Autore niente deroga nella sostanza alla dottrina, che egli espone appresso intorno al corso delle acque; e molto più, perchè nella presente materia non tanto fa d'uopo considerare la resistenza dell'aria, (che poco, o nulla ha che fare col corso de' fiumi ne' loro alvei) quanto le altre resistenze, che dipendono dagli ostacoli, che s'incontrano nelle ripe, e nel fondo, e da simili impedimenti, i quali nelle cadute de' corpi solidi, che sdrucciolassero lungo que' piani, basterebbero talvolta non pure ad impedire l'accelerazione, ma, come l'esperienza dimostra, a rallentarne positivamente il moto, ed anco a spegnerlo affatto; e lo stesso seguirebbe ne' fluidi, se questi nell'accumularsi che fanno pel loro

loro ritardamento, non trovassero modo di superare gl' impedimenti, come più sotto si spiega in questo medesimo Capo.

## ANNOTAZIONE II.

( Al §. *Tanto più s' impedirà* )

*Tanto più s' impedirà l' accelerazione del moto d' un grave cadente per un piano inclinato, se la di lui superficie, o quella del piano avranno delle irregolarità, e delle asprezze.*

Qui si vuol notare, che secondo alcuni corre una diversità essenziale fra le resistenze del mezzo ( a cagion d' esempio dell' aria ), e quella, che nasce dalla scabrosità della figura de' gravi, o dall' asprezza del piano, per cui scorrono; perchè laddove la prima ragionevolmente si suppone sempre andarsi aumentando a misura, che cresce la velocità del mobile (qualunque poi sia la proporzione di tale aumento, intorno a che diverse sono le ipotesi degli Scrittori), al contrario le resistenze, che nascono dall' asprezza della figura del corpo, o da' risalti del piano ( quand' anco questi si suppongano per tutto uniformi ), o non serbano alcun particolar rapporto colle velocità, o tal rapporto non è per avventura lo stesso, che ha luogo nella resistenza dell' aria.

L' Ermanno nel Libro II. della Foronomia §. 477. chiama tali resistenze assolute, cioè indipendenti dalle velocità, perciocchè una tal sorta d' impedimenti toglie sempre egual parte di forza al mobile, o si muova questo con una velocità, o con un' altra; e ciò supposto, trattando poscia nel §. 494. d' un solido, che cadendo lungo un piano, non soffra altra resistenza, che quella delle asprezze uniformi, riduce un tal caso a quello della gravità costante, mentre diffalcando sempre da questa la quantità della resistenza, anch' essa costante, la forza, che rimane, e che è quella, che ad ogni istante sollecita il corpo, sempre si manterrà d' una istessa misura, comecchè minore dell' intera gravità, e per conseguente dovrà sempre andare accelerando il corpo, ma per gradi minori di quello, che avrebbe fatto la gravità senza tal resistenza.

Ma il Signor Varignon nelle Memorie dell' Accademia Reale delle Scienze del 1707. in una Nota, che aggiugne dopo il Corollario VII. del Problema III. della sua Dissertazione sopra i moti fatti ne' mezzi resistenti, considerando la resistenza, che dipende dalle asprezze uniformi, esser proporzionale non già al tempo (come pare, che il Signor Ermanno la figuri nel precedente Discorso), ma bensì allo spazio corso dal mobile in un dato tempo minimo (per essere in fatti tanto maggiore il numero dei risalti, che sempre detraggono egual parte di forza al mobile, quanto più lungo è lo spazio corso, giacchè tali risalti si suppongono per lo stesso spazio uniformemente distribuiti) conchiude, che la resistenza sarebbe verisimilmente come la velocità attuale del corpo a ciascun tempo; e però anche l' impedimento delle asprezze produrrà una resistenza, che non potrà dirsi assoluta, ma che avrà dipendenza dalla velocità, comecchè non abbia per avventura a questa il medesimo rapporto, che vi ha la resistenza dell' aria. E' ben vero, che se le resistenze nate dalle asprezze consistono (come le spiega il Signor Pitot nelle Memorie del 1730.) in tanti ribalzi, seguiranno forse altre leggi.

Comunque sia, è manifesto, che tanto nell' una, quanto nell' altra di queste due ipotesi dovranno i corpi solidi cadenti per piani inclinati sempre andarsi accelerando non ostanti le asprezze uniformi, che vi incontrano, e così pure dovranno fare le acque de' fiumi nella loro discesa non ostante il soffregarsi che fanno colle ripe, e col fondo. Egli è ben vero, che la difformità di tali impedimenti congiunti cogli altri, che incontrano i fiumi, come le diverse inclinazioni degli alvei, gli scogli, e i sassi, che gl' ingombrano fra le montagne, le cascate dalle pescaie, il cangiamento delle larghezze, l' obbliquità delle ripe, i ribalzi, e le reflessioni dell' acqua, l' impeto de' fiumi tributari, e simili altre cagioni ponno non pure impedire l' accelerazione, ma indurre positivo rallentamento nel corso delle acque, come poc' anzi si è notato.

ANNO-

## ANNOTAZIONE III.

( Al §. *Se un grave* )

*SE un grave, che scenda per un piano inclinato A B* ( Fig. 10. ) *ne incontrerà un altro meno inclinato . . . . acceleratosi per A B, continuerà ad accelerarsi per B C, ma più lentamente, dimodochè in tutti i punti D, D abbia la velocità medesima, che avrebbe ne' punti E, E, cadendo perpendicolarmente per A E.*

Questo pure fu insegnamento del Galileo; ma non è poi stato trovato vero da chi dopo di esso ha meditato sopra tal materia. Osservò il Signor Varignon, che la velocità del mobile nel suo passaggio nel nuovo piano dee necessariamente diminuirsi, e ridursi, rispetto alla primiera velocità, in ragione del sino del compimento dell'angolo, che comprendono fra loro i due piani al sino totale. Allora solo un grave in qualsivoglia punto del suo viaggio inclinato all'orizzonte avrebbe la stessa velocità, che compete al punto corrispondente del perpendicolo, quando la linea inclinata del detto viaggio fosse o una sola retta, o una curva continuata, oppure una porzione di curva congiunta ad un'altra linea tangente retta, o curva; ma non così ove ad un piano ne succeda un altro, che col primo comprenda un angolo assegnabile. Veggansi intorno a ciò le Proposizioni VII., e VIII. delle utilissime Annotazioni del P. Abate Grandi al Trattato del Moto accelerato del Galileo.

Ma nè quì pure si dee temere, che nasca alcuno sconcio a quello, che sul fondamento predetto insegna l'Autore intorno al movimento de' fiumi. Solamente nel caso, che essi scendano per diversi piani inclinati, si dovrà aver riguardo alla predetta diminuzione della velocità, considerando il cangiamento dell'inclinazione per uno di que' tanti impedimenti, che l'acqua incontra negli alvei de' fiumi, e che concorrono a scemarne la velocità.

## ANNOTAZIONE IV.

( Al §. *Ma perchè* )

*OGni parte di essi può muoversi con direzione, e velocità diversa.*

Non ostante che le diverse parti d'un fluido possano avere velocità, e direzioni diverse, a differenza di quelle d'un solido, tuttavia trattandosi d'un corso d'acqua o sia per aria, come ne' getti, o lungo un letto, come ne' fiumi, si può in ciascuna sezione intendere una direzione mezzana fra tutte, cioè quella, secondo cui si move la maggior parte delle linee, o fila dell'acqua, e quella si prende per la direzione universale di tutta l'acqua, e si può parimente figurare una velocità media aritmetica risultante dal ragguaglio delle varie velocità delle diverse parti, e questa s'intende per velocità media, come si è accennato nell'Annotazione V. del Capo I. In tal senso si vuol prendere e il detto finora, e quello, che si dirà appresso delle velocità, e delle direzioni delle acque, ove espressamente non si distingua o la direzione, o la velocità d'una parte di una sezione da quella dell'altra.

## ANNOTAZIONE V.

( Al §. *Dovendo perciò* )

*DOvendo perciò ognuna delle parti d'un fluido considerarsi come un corpicciuolo solido, e grave ec.*

Non è punto necessario obbligarsi a far concetto de' fluidi, come di aggregati di corpicciuoli solidi, potendosi verificare nella sostanza tutto ciò, che in questo Trattato s'insegna, ancorchè le parti minime de' fluidi si considerassero come fluide. E' bensì necessario supporle gravi, e prendere almeno per ipotesi, che ciascuna parte nello scendere abbasso, prescindendo dagli impedimenti, si acceleri con quella legge, con cui si accelerano i solidi, quand'anco si lasciasse in dubbio, se ne' medesimi tempi dopo la quiete passassero per li medesimi gradi di celerità, che questi. Vedi intorno a ciò l'Annotaz. III. del Capo I.

## ANNOTAZIONE VI.

( Al §. *Si considera bensì* )

*E' Manifesto trovarsi tra le di lei parti un tal qual vincolo, che è quello, che tiene unite insieme le gocce dell'acqua.*

Questa

Questa adesione, o viscosità, che dall' Autore si riconosce fra le particelle dell' acqua, può per avventura avere ne' movimenti di essa più parte di quello, che paja a prima vista, nè forse senza ricorrere ad un tal principio si può chiaramente comprendere alcuno di quegli effetti, che si riconoscono dalla gravità, e dalla fluidità.

Egli è difficile spiegare la predetta adesione, supponendo le particelle di figura sferica, se pure non si ricorresse alle attrazioni scambievoli delle parti della materia, che è un'altra ipotesi fisica, la quale è soggetta alle sue difficoltà.

## ANNOTAZIONE VII.

(Al §. *Da ciò rendesi*)

N*On è da dubitare, che le sfere della serie superiore cadendo nell' inferiore, non abbiano nel punto di essa giustamente quella medesima velocità, che avrebbero, se dal principio del piano fossero venute fino a quel punto.*

Non manca, a mio credere, di soggiacere a qualche dubbio questa asserzione, a riguardo della resistenza, che incontra ciascun globetto nel suo discendere dal contatto di quelli, fra' quali dee scorrere, anzi pur anco dal fondo, e dalle sponde quantunque regolari, e spianate, che lateralmente chiudono, e sostentano la massa de' globi, come necessariamente convien supporre, se non si vuole, che la pressione de' superiori faccia muover di fianco gl' inferiori, e disturbi le regolarità delle direzioni, che quì si figurano. Atteso ciò, non pare così evidente, che ciascun globo in una simile discesa concepisca tutta quella velocità, che acquisterebbe in una caduta libera. E applicando questo discorso al moto delle acque, forse questo sostentamento è uno degli ostacoli da mettersi in conto fra quelli, che resistono all' accelerazione de' fiumi, e da cui non si può fare astrazione (come si può fare dal semplice soffregamento), mentre pare, che la velocità debba restarne modificata. Vedi anche intorno a ciò l' Annotazione XI. di questo Capo.

## ANNOTAZIONE VIII.

(Al §. *Nel moto*)

L*A pressione del superiore può restituire immediatamente all' inferiore tutta, o parte di quella velocità, che gli è stata tolta dall' impedimento, o piuttosto far sì, che questo non produca in esso quell' effetto, che per altro vi sarebbe succeduto.*

Che ne' fluidi la pressione delle parti superiori possa aumentare nelle inferiori la velocità, è manifesto per esperienza; attesochè, se attraverso un canale corrente, e che porti una misura costante d' acqua, si porrà un ostacolo, che alcun poco sia immerso sotto la superficie di questa, e chiuda il canale da una ripa all' altra (come sarebbe una cateratta, che si calasse fra' suoi incastri fino al pelo, o un poco sotto il pelo dell' acqua), si osserverà l' acqua dalla parte superiore all' impedimento elevarsi fino a un certo segno, per lo più non molto alto, e in tale positura rendersi come stagnante, e dopo ciò seguitare il canale il suo corso, senz' altra alterazione. In tal caso è manifesto, che l' istessa quantità d' acqua passa per quel vano, che resta dall' impedimento in giù fino al fondo, che passava per l' intera sezione, e per tutte le altre avanti l' apposizione dell' impedimento, cioè a dire, che l' istessa acqua passa per una minor sezione; onde è forza, che vi passi con maggior velocità: nè altro può credersi, se non che l' accrescimento d' altezza seguito dalla parte di sopra alla cateratta sia quello, che gl' imprima un grado di velocità maggiore; appunto come succederebbe in un vaso, in cui la superficie dell' acqua fosse a qualche altezza sopra la sommità della luce, per cui esce. Tutto il dubbio, che può rimanere, è, se l'effetto dell'acqua superiore nell' accrescer velocità all' inferiore abbia luogo eziandio, quando la superiore non sia ristagnata, come lo è in questo esperimento, ma anch'essa corrente insieme coll' inferiore nelle sezioni del fiume; ma di ciò si parlerà nella Nota XV. di questo Capo.

## ANNOTAZIONE IX.

( Al §. *In questa quarta* )

*ANzi sopra de' piani orizzontali . . . . possono scorrere i fluidi sottentrando al difetto dell' inclinazione il peso , e la pressione del proprio corpo .*

Vedi intorno a ciò la Proposizione I. del Capo V., e suoi Corollarj, colle loro Annotazioni.

## ANNOTAZIONE X.

( Al §. *Quanto poi alle regole* )

NOn essendo possibile in questa materia provare tutto ciò, che si asserisce con rigorose dimostrazioni (come lo stesso Autore ha dichiarato nella Prefazione a quest'Opera ) riputiamo, che a quelle, che egli chiama *regole*, più propriamente convenga il nome d'*ipotesi*, o di *supposizioni*, e tali in avvenire le chiameremo, non dissimulando quelle difficoltà, alle quali ponno esser soggette, oltre quelle, che in parte si sono già accennate nelle Annotazioni o al primo, o al presente Capo, intorno a' fondamenti, da' quali sono dedotte; persuadendoci, che tutto ciò non ostante non lascino d'esser molto probabili, e conformi all'esperienza.

Avvertiamo, che le predette o regole, o ipotesi, che si dicano, suppongono gli alvei inalterabili, onde conviene metter da parte qualunque effetto di escavazione, o di replezione, che possa succedere o alle sponde, o nel fondo, come se i fiumi non portassero alcuna materia estranea atta a deporsi sul letto, e come se questo fosse dotato d'una perfetta resistenza alla corrosione; de' quali effetti si comincia poi a trattare nel Capo seguente.

## ANNOTAZIONE XI.

( Alla Regola I. )

*L'Acqua passando dalla quiete al moto . . . . acquista nella discesa per gli alvei dei fiumi, che sono altrettanti piani per lo più inclinati all' orizzonte, qualche grado di velocità.*

Niuno, che io stimi, metterà in dubbio questa asserzione ne' termini generali, ne' quali è espressa, mostrando in fatti l'esperienza, che quando l'acqua si trova obbligata a scorrere per una doccia, o altro canale steso in linea retta con fondo, e sponde ben piane, con larghezza uniforme, e con notabile inclinazione all'orizzonte, nell'andar discendendo visibilmente si assottiglia, e scema d'altezza sopra il fondo; il che indica la velocità media di ciascuna sezione andarsi rendendo maggiore; onde si può inferire, che lo stesso dal più al meno succeda in ogni canale inclinato.

Rimane solo da vedere con qual legge, e per quali gradi siegua tale accelerazione. L'Autore differisce a parlarne più sotto alla Regola VII. §. *Sia per esempio*; ma noi abbiamo stimato doverne anticipatamente far parola in questo luogo, per maggior chiarezza delle cose, che sieguono appresso.

Suppone egli in primo luogo, che l'acqua nel suo primo affacciarsi all'emissario della vasca, o ricettacolo, onde il fiume ha origine (giacchè a questo caso si ponno ridurre quasi sempre i principj de' fiumi di qualche considerazione, ancorchè per avventura le acque vengano somministrate al detto ricettacolo da altri rigagnoli, o fiumi minori), vi si presenti con quella velocità, con cui si presenterebbe allo stesso emissario, se alcun canale non vi fosse applicato: e in secondo luogo suppone, che nello scendere che fa l'acqua per l'alveo, le velocità di ciascuna parte di essa crescano nella proporzione dimezzata delle discese perpendicolari fatte fin dal principio del canale, il qual principio si figura nel punto, in cui il piano del fondo di esso prolungato allo insù incontra la superficie dell'acqua del ricettacolo, o, quel, che è lo stesso, in ragione dimezzata delle altezze misurate dall'orizzonte della detta superficie fino a quella parte di acqua, di cui si tratta, purchè si faccia astrazione da tutti gl'impedimenti, che si oppongono al corso del fiume. Tutto ciò spiega egli nel detto luogo colla Fig. 14., e coerentemente a tali principj ne siegue quello, che egli stesso avea insegnato nell'altra sua Opera della Misura dell'Acque correnti,

ti, mostrando ivi nel libro II. Prop. II., che la velocità dell' acqua in qualsivoglia sezione d'un canale inclinato è la medesima, che avrebbe all' uscire da un vaso per una luce eguale simile, e similmente posta colla sezione, e altrettanto immersa sotto la superficie dell' acqua del vaso, quanta è la distanza della sezione dall' orizzonte dell' origine dell' alveo. La medesima dottrina viene communemente seguitata dagli scrittori, che dopo di esso hanno trattato di tal materia, come il Signor Varignon, il Sig. Ermanno, il P. Abate Grandi, il Sig. di Gravesande, ed altri.

Non lascieremo tuttavia di accennare que' dubbj, che o sono stati mossi, o potrebbono moversi intorno a questi insegnamenti. Il primo è, se quando l'acqua della conserva, o ricettacolo si affaccia ad un emissario, a cui sia applicato un canale, vi entri con quella stessa velocità, con cui vi entrerebbe, se niun canale vi fosse applicato, o se possa per avventura la velocità di essa acquistare alcuna modificazione dalle sponde, e dal fondo del canale, per cui l' acqua si trova obbligata ad incamminarsi. Per fondamento di questo dubbio si può osservare, che fra le sperienze del Signor Marchese Poleni nel suo Trattato *de Castellis* alcune ve ne hanno, nelle quali uscendo l' acqua per una luce rettangola apposta colla base orizzontale alla sponda d' un vaso in una sottil lastra di metallo, entrava in un canale aperto per di sopra, dell' istessa larghezza colla luce, col fondo orizzontale al piano della base dell' apertura, e di lunghezza di sei once.

La quantità d' acqua, che si raccoglieva per questo canale in un dato tempo, era alquanto maggiore, e per conseguenza maggiore la velocità di quello che fosse, quando, rimosso il canale, si lasciava l' acqua liberamente sgorgare nell' aria in forma di getto. Non potendosi dunque tale aumento di velocità attribuire alla discesa seguita per la lunghezza del canale (perocchè il fondo di esso era orizzontale) pare, che se ne possa inferire, che anco nella stessa apertura, o luce del vaso entrasse l' acqua con maggiore velocità, di quello che avrebbe fatto senza il canale, e che perciò l' apposizione di questo alteri qualche poco la velocità dell' acqua fino nel suo primo uscire dal vaso: e che qualche simile effetto, se non maggiore, potesse aspettarsi, ove il canale in vece d'essere orizzontale, fosse inclinato, sembrando, che in tal positura egli fosse per rapire, e tirar fuori anche maggior quantità d' acqua. La velocità predetta nelle stesse sperienze si trovò eziandio maggiore, adattando al medesimo lume un simil canale chiuso per di sopra, nè si può sapere quello, che fosse accaduto, servendosi di canali di maggior lunghezza, co' quali pare verisimile, che la quantità dell' acqua fosse per riuscir minore; onde tali sperienze congiunte coll' altre de' gran divarj osservati nelle velocità secondo le diverse figure, e lunghezze di altri tubi apposti a' fori circolari, rendono ragionevole questo primo dubbio, e converrebbe, a mio credere, rischiararlo con esperienze atte a stabilire la verità d' un tal fatto.

Il secondo dubbio, non dissimile dal primo, può nascere intorno alle velocità dell' acqua nelle sezioni susseguenti del canale inclinato, per cui scende; mentre posto ancora, che le dette velocità dovessero essere in ragione dimezzata delle discese, non ne siegue, che debbano essere per l'appunto le medesime, che sarebbero, se l'acqua di quella sezione liberamente uscisse dalla sponda di un vaso per un lume eguale, simile, e similmente posto, e tanto profondo sotto la superficie del vaso, quanto lo è la sezione sotto l' orizzonte dell' origine del canale; e la ragione di dubitarne è, perchè siccome non è evidentemente dimostrato, anzi pare contrario alle accennate esperienze, che l'acqua entri nella prima sezione del canale con quella velocità per l' appunto, con cui uscirebbe, se il canale non vi fosse, ma tal velocità può forse rimanere alterata dalla necessità di dover l'acqua incamminarsi tra due sponde, e un fondo; così non si può prendere per certo, che nelle altre sezioni seguenti (mettendo anco a parte ogni impedimento) abbia di mano in mano quelle velocità, che avrebbe, uscendo liberamente da un vaso per altre, ed altre luci eguali, e simili, situate di mano in mano a livello delle medesime sezioni; potendo anche nelle dette sezioni nascere del divario dal caso, in cui vi è il canale, a quello, in cui l'uscita fosse libera, attesa massimamente quella

resistenza, che dal semplice sostentamento delle sponde, e del fondo (ancorchè privi di ogni asprezza) ponno soffrire le parti dell'acqua, come fu accennato nell'Annotazione VII di questo Capo, e attesa l'adesione delle dette parti, di cui nell'Annotazione VI.: cagioni tutte, che ponno per avventura esser atte a diminuire la velocità a molti doppi.

Queste due difficoltà riguardano principalmente la misura assoluta delle velocità o sia nell'ingresso, o nel progresso del corso per esso canale; dalla qual misura dipende quella della quantità dell'acqua, che il canale conduce; onde per queste, e per altre ragioni, che si ponno dedurre dalle cose notate nel Capo I., e forse per altre, che altrove si noteranno, stimo, che nella pratica Idrometrica troppo non sia da affidarsi, anzi di gran lunga si possa andare errato nel determinare le quantità assolute dell'acqua, che porta un canale, ancorchè si supponga affatto libero da ogni impedimento; ma che dobbiamo al più contentarci di cercarne la quantità rispettiva, cioè la proporzione di quella dell'uno con quella dell'altro, e ciò, quando ben anche si avessero delle osservazioni fondamentali ben accertate di una tal misura di velocità corrispondente ad una tale altezza, giacchè tali non sono quelle della Tavola data dal nostro Autore nel Libro della Misura dell'Acque correnti, per la ragione, che si è addotta nell'Annotazione III. del Capo I.

* Oltre le due difficoltà finora esposte, alcuni hanno preteso, che nelle acque correnti per gli alvei, siccome le sezioni inferiori, cioè quelle, che vanno avanti, toccano, e sostengono le altre, che immediatamente lor tengon dietro, così tolgano al corso di queste la libertà, nè le lascino muovere con quella velocità, che converrebbe alla discesa, se si tratta di canali inclinati, o alla pressione, se d'orizzontali. Io tuttavolta non so comprendere qual fondamento abbia una tale difficoltà. Imperocchè sebbene è vero, che la sezione antecedente sostiene quella, che la seguita, parmi tuttavia, che un tale sostentamento non possa cagionare in questa alcuna diminuzione di quella velocità, che essa può aver conceputa per le cagioni atte a produrla; ma altro effetto non faccia, che di un impedimento, mercè cui quel velo d'acqua, che per un istante passa per quella sezione non può cangiare la sua figura (che supporremo rettangola) spianandosi colla propria gravità, e stendendosi sul letto del canale, come farebbe, se non fosse sostenuto; ma necessariamente debba tenersi ritto, e ciascuna parte di esso andare per la sua direzione con quella velocità, di cui è affetta, senza che questa però punto ne resti scemata; e la ragione è, perchè niuno ostacolo può fare un corpo precedente ad un altro, che gli tien dietro, e gli è contiguo, quando il primo fugga con velocità eguale, o maggiore di quella, con cui si avanza il secondo. Ora egli è certo, che (fingendo tolti tutti gli impedimenti) ciascuna parte di acqua, che è più avanti nel corso, di sua natura è più veloce, o almeno egualmente veloce che l'altra, la quale la seguita nell'istessa linea orizzontale, o inclinata, per cui s'intende muoversi ciascun filo d'acqua: dunque è evidente, che questa non riceve alcun ritardo dal contatto di quella, niente più di quello, che le parti susseguenti di un corpo solido, che sdruccioli lunghesso un piano, ne ricevano dalle precedenti del medesimo corpo. E certamente anche nelle cadute d'acqua, che si chiamano libere, le sezioni del getto, che vanno avanti, toccano quelle, che le seguitano, e pure si accorda, che non ne rallentino il moto.

Si è detto *fingendo tolti tutti gl' impedimenti*; imperocchè se supporremo, che alla sezione anteriore si affacci qualche ostacolo, che scemi la velocità a tutte, o ad alcune delle parti di essa, non v'ha dubbio, che la sezione posteriore non venga anch'essa in tutto, o in parte trattenuta; onde allora la discesa (parlando de' fiumi inclinati) non può produrre in questa tutta quella velocità, che vi avrebbe prodotta; nè ciò dall'Autore si niega, anzi si accorda in più luoghi di questo Trattato; ma allora un tale effetto si palesa coll'alzarsi che fa l'acqua, non pure in quella sezione, a cui è immediatamente applicato l'ostacolo, ma eziandio in tutte le altre superiori, che più, o meno ponno risentirne l'effetto; onde la superficie per quel tempo, e in quello stato non è perma-

permanente. Ma ficcome la refiftenza del detto oftacolo non è infinita, così neceffariamente dee effervi un termine d'alzamento non meno della detta fezione, che di tutte l'altre, che rifentono l'oftacolo; nel qual termine equilibrandofi la forza della difcefa, che accelera l'acqua con quella della refiftenza, che la ritarda, ne rifulta in ciafcuna fezione una velocità fufficiente a fmaltire fotto l'altezza acquiftata tutta l'acqua del fiume (alla qual velocità può anco per avventura concorrere talvolta lo fteffo alzamento feguito), e ridotto il fiume a tale ftato, cioè fattafi permanente la fuperficie, torna ad aver luogo il difcorfo finora fatto, cioè, che la fezione anteriore non può fare alcuna remora alla pofteriore, ma folo può foftenerla in quello ftato di velocità, in cui fi trova, e che ha potuto imprimerle quella tal forza, che la muove modificata dalla refiftenza dell'oftacolo; e il volere, che di nuovo la velocità delle parti fuffeguenti reftaffe diminuita dal contatto delle antecedenti, farebbe un fupporre, che una forza feguitaffe a prevalere all'altra anche dopo il loro equilibrio.

## ANNOTAZIONE XII.

(Alla detta Regola I.)

*MA quefta ben prefto fi riduce all'equabilità per le grandi refiftenze, che incontra l'acqua al fuo moto, come fono la poca declività degli alvei medefimi ec.*

Non oftante che di fopra fi fia avvertito non poterfi mai l'acqua de' fiumi, in virtù delle refiftenze uniformi, ridurre ad moto perfettamente equabile, non lafcia d'effer vera la dottrina dell'Autore, sì perchè oltre le dette refiftenze (che confiftono ne' foffregamenti colle afprezze delle fponde, e del fondo) ve ne hanno altre quafi perpetue, come le tortuofità, i gorghi, e i ridoffi, le larghezze diverfe, e altre fimili, che concorrono or l'una, or l'altra non pure ad impedire l'aumento della velocità, ma ad indurre pofitivo ritardamento (fe non quanto quefto poi fi ripara in parte dall'aumento dell'altezza, come appreffo vedremo), sì anche perchè non s'intende qui di parlare di una equabilità rigorofa, e matematica; ma bafta un'equabilità fifica, cioè che l'acceleramento nella difcefa fi renda infenfibile, o quafi infenfibile.

Ora, che ciò veramente fucceda ne' fiumi, affai manifefto indizio ne fa l'efperienza, moftrando, che nelle fezioni egualmente larghe, comecchè in fiti affai lontani fra loro trovafi a un dipreffo la medefima altezza viva d'acqua; onde ne' tratti più regolari, ancorchè affai lunghi, la fuperficie fi offerva paralella, o quafi paralella al fondo, benchè inclinato all'orizzonte; anzi ancorchè alle fezioni più angufte ne vadano alternatamente fuccedendo delle altre alquanto più larghe per brevi tratti; pure fi mantiene il detto paralellifmo, dovendofi allora intendere, che le larghezze di quefte ultime non fiano vive. Quindi è, che a ciafcun fiume fiamo foliti di affegnare una tale determinata mifura d'altezza viva d'acqua, dicendofi, che il tale nelle piene ne porta v. gr. 10. piedi, il tal altro piedi 20. ec., la qual mifura è dedotta dall'offervazione de' tratti predetti (lungi tuttavia dagli sbocchi, ove le altezze ponno effer morte), e moftra un'equabilità fenfibile di velocità media, che dee andare neceffariamente congiunta coll'egualità delle fezioni.

Che poi l'Autore enumeri in quefto luogo fra le cagioni di pofitiva refiftenza, che incontrano i fiumi, la poca declività del loro alveo, fi dee intendere in quefto fuppofto, che il fiume dopo aver corfo per un piano più inclinato, fi riduca a correre per un altro meno inclinato; imperocchè, fe nello fcorrer quel piano, ancorchè più ripido, hanno potuto gl'impedimenti incontrati togliere l'accelerazione, e ridurre il moto all'equabilità, converrà, che nel fecondo, in cui pure s'incontrano fimili oftacoli al corfo dell'acqua, e la declività non dà tanto ajuto per fuperarli, fi fcemi anche quella velocità equabile, che è reftata nel primo, facendofi di nuovo bensì equabile il moto, ma con grado minore di velocità; onde fi può conchiudere, che per ciafcuna inclinazione vi ha un grado di velocità terminale, a cui ben tofto riducefi il fiume, purchè fi tratti fempre della fteffa quantità d'acqua, come pure notò il Mariotte nel fine della Parte III.

del Trattato del Moto dell'Acque; e però è manifesto, che la tenuità della pendenza serve di positivo impedimento all'accelerazione; e ciò deve esser vero, mettendo anco da parte quella diminuzione di velocità, che nell'Annotazione III. abbiamo detto dover seguire nel punto del passaggio da un piano all'altro.

## ANNOTAZIONE XIII.

( Alla Regola III. )

L*A velocità d'un fiume allora sarà maggiore, quando più grande sarà il corpo d'acqua, che porterà.*

Qui parla d'un medesimo fiume, che porti ora maggiore, ora minor quantità d'acqua, e dice, che avrà maggior velocità nel primo, che nel secondo stato, adducendone la ragione, perchè nel primo avrà maggior forza di superare gl'impedimenti, che nel secondo; la qual ragione, come è manifesto, non è fondata sulla maggiore altezza delle sue sezioni nel primo, che nel secondo caso, ma sulla maggior copia, o, come egli la chiama, sul maggior corpo d'acqua; onde si applica a tutti i fiumi (considerando in ciascuno di essi sempre l'istessa sezione), senza distinguer fra quelli, la velocità de' quali dipende unicamente dalla discesa, e quelli, ne' quali, secondo le sue ipotesi, vi ha parte l'altezza corrente. Però malamente ragionerebbe chi trasportando questa dottrina da un fiume ad un altro, o da una sezione ad un'altra, e argomentando la copia dell'acqua dall'altezza, sotto cui corre (posta un'eguale larghezza), giudicasse universalmente ivi esser maggiore la velocità dove l'altezza è maggiore; mentre al contrario la maggior altezza può talvolta indicare minor velocità, come egli avverte nel fine di questo §., e come si dedurrà dalle cose, che sieguono.

## ANNOTAZIONE XIV.

( Alla Regola IV. )

N*E' fiumi, ne' quali la maggior altezza viva dell'acqua ajuta le parti impedite di essa a non ceder tanto alla forza degli ostacoli ec.*

Cioè a dire in que' fiumi, o in que' tratti di fiume, ne' quali l'altezza stessa delle sezioni ripara la velocità della discesa scemata dagl'impedimenti, come egli suppone, che succeda, e come si dirà nella Annotazione seguente.

## ANNOTAZIONE XV.

( Alla detta Regola §. *Se le acque* )

L*E parti superiori premono le inferiori . . . . e le obbligano a ricevere uno sforzo . . . che ridotto all'atto produce . . . . quel preciso grado di velocità, che loro avrebbe dato la discesa dalla superficie dell'acqua fino al luogo, nel quale ciascheduna di esse si trova.*

Qui stabilisce l'Autore un'altra cagione di velocità nelle acque correnti per gli alvei inclinati, oltre quella della discesa dall'origine del fiume, e vuole, che quando dopo ridotto il moto all'equabilità, s'incontrino nuovi impedimenti, atti a rallentarne il corso, l'istesso alzarsi che dee far l'acqua, per passar tutta per la sezione, in cui siegue tale rallentamento, possa ristorare in parte la velocità, o piuttosto far sì, che questa di tanto non si scemi, e ciò in virtù della pressione, che le parti superiori della sezione rialzata comunicano alle inferiori, comecchè egli volentieri si astenga da questo vocabolo di pressione per la ragione addotta nel Capo I. §. *Per far vedere* (dove vedi l'Annotazione) e spieghi anche questo effetto come uno sforzo di caduta, o discesa; il che tuttavia non varia la sostanza della sua dottrina.

Alcuni non si mostrano interamente persuasi di questo aumento, o ristoramento di velocità dipendente dall'altezza, che la sezione acquista per gli ostacoli incontrati, e ciò per la ragione accennata da noi nella Nota VIII. di questo Capo, cioè per lo scrupolo, se l'acqua superiore, quando attualmente corre, possa produrre qualche aumento di celerità nell'inferiore. Ma un tal dubbio parmi, che debba cessare per ciò, che avverte il P. Ab. Grandi nello Scolio della Prop. I. del Capo VI. del suo Trattato del Movimento delle Acque; nel qual luogo mostra non doversi aver riguardo alcuno al movimento dell'acqua in ordine al preme-

premere che essa fa il fondo, purchè questo sia piano, ancorchè inclinato all'orizzonte, essendo allora affatto nulla la forza centrifuga, la quale per altro concorrerebbe ad accrescere la pressione, se il fondo fosse concavo, o a diminuirla, se fosse convesso; onde potendosi gli strati inferiori dell'acqua riguardare come tanti fondi sensibilmente piani rispetto all'acqua superiore, che scorre sopra di essi, ne siegue, che debbano risentire la medesima pressione dall'acqua corrente, che soffrirebbero, se fosse stagnante in altezza eguale. Egli è ben vero, che attesa l'inclinazione dell'alveo la pressione dee scemare nella ragione, in cui il sino della declinazione di esso dal perpendicolo scema dal sino totale; ma tal differenza per lo più non è d'alcun momento, attese le pendenze quasi insensibili, che hanno gli alvei de' fiumi naturali.

Comunque sia, parmi, che l'esperienza bastantemente ne faccia sicuri, che l'alzarsi dell'acqua nella sezione d'un fiume concorra il più delle volte ad accrescere la velocità alle parti inferiori; perciocchè, se così non fosse, dovrebbero spesse volte seguire alzamenti molto maggiori di quelli, che in fatti si osservano. Non è difficile farne prova col ristrignere di vantaggio una sezione di qualche canale, la quale già sia delle più anguste di esso, onde non si possa sospettare, che tutta la larghezza non sia viva, e colla condizione, che il canale abbia fondo, e sponde resistenti, affinchè non si alterino nell'atto dell'esperimento. Se per tal modo si ridurrà la larghezza v. gr. alla sua metà, non si vedrà però l'acqua, che dovrà passare per quella metà, farsi alta del doppio di quel che era avanti l'apposizione dell'impedimento; ma per lo più si eleverà d'assai poco, e tanto meno, quanto più lento sarà il moto del canale, e l'istessa altezza si vedrà continuare nelle sezioni susseguenti dalla parte di sotto, se ivi ancora o naturalmente, o artificialmente l'alveo sarà ridotto a simil larghezza; e pure se all'alzarsi dell'acqua non crescesse la velocità, dovrebbe l'altezza della sezione ristretta esser doppia della primiera altezza, per compensare la larghezza primiera, che era doppia della residua. Qualche cosa di simile si osserva nel ridursi l'acqua d'un fiume fra le angustie de' piloni d'un ponte, sotto cui debba passare, ne' quali casi non si troverà, che nelle sezioni ristrette del ponte l'acqua arrivi a tale elevazione, che compensi di gran lunga la diminuzione della larghezza.

Tralascio altri riscontri di tal verità, che potrei dedurre dall'osservazione di più fiumi, che si uniscono insieme, e da altre simili, parendomi, che basti l'esperienza addotta, in cui non so vedere, che per la spiegazione si possa ricorrere ad altro, che alla velocità accresciuta nelle parti inferiori per la pressione delle superiori, nelle quali la velocità dee all'incontro essere scemata, piuttosto che accresciuta, per essersi coll'alzamento sminuita la loro discesa. Veggasene ciò non ostante un'altra ripruova nell'Annotazione I. del Capo X.

Posta dunque una tal dottrina almeno per ipotesi, ci resta da avvertire, che sebbene le parti superiori di una sezione, ancorchè corrente, hanno forza d'imprimere nelle inferiori quel grado di velocità, che conviene alla loro altezza, e pressione nel modo, che si è detto; nulladimeno non sempre sono in istato di produrre in tutto, o in parte tal effetto; mentre, ove le parti inferiori già si trovano affette d'una velocità maggiore, o eguale a quella, che potrebbe produrre in esse la detta pressione, questa non opererà di sort'alcuna, come l'Autore ha notato nel §. *Nel moto* di questo Capo IV. Ove poi la velocità delle inferiori fosse minore, allora si accrescerà bensì la loro velocità, ma non già fino a quel grado, che l'altezza, o pressione suddetta produrrebbe, se non vi fossero gl'impedimenti, ciò non permettendo la resistenza di questi; ma solo fino a segno, che tra l'ampiezza delle sezioni accresciute per l'alzamento, tra la velocità delle parti inferiori parimente aumentata, e tra quella delle superiori scemata in parte nell'istesso atto dell'alzarsi, venga a poter passare tutta l'acqua del fiume, e allora non seguirà più nè alzamento, nè cangiamento alcuno nelle velocità. Ciò si è dovuto avvertire, affinchè le parole dell'Autore in questo luogo, cioè che per l'alzamento dell'acqua si produca nelle parti inferiori di essa *quel preciso grado di velocità*, che può prodursi da quella pressione (o, come egli si spiega, da quella *discesa* dalla superficie

corrente della sezione) non s' interpretino come se egli intendesse, che generalmente in tutte le sezioni eguale altezza producesse eguale velocità, benchè le sezioni fossero inegualmente impedite; il che è assai lontano dal suo intendimento, come si vedrà nel Capo VII., e nell' VIII. di questo Trattato.

## ANNOTAZIONE XVI.

(Alla Regola VII.)

E *Perciò i fiumi di poca declività sono più veloci di corso, quanto maggiore è l' altezza viva dell' acqua, che portano.*

Per altezza viva d' acqua si dee intendere quì, ed altrove quella parte dell' altezza, che nella data sezione resta superiore al fondo regolare del fiume, ed eziandio superiore al livello del recipiente di esso per modo, che cessando per avventura il corso del fiume, niente d'acqua rimanga in quella parte della sezione. Ciò posto, vuole la presente regola, che ne' fiumi poco declivi quanto maggiore è l' altezza viva dell' acqua, che il fiume porta, tanto egli sia più veloce di corso; il che, se si parla d' un medesimo fiume, e di una medesima sezione di esso, non può avere difficoltà alcuna, mentre supponendosi in simili fiumi la velocità dipendere o del tutto, o per la massima parte dall' altezza, e restare solamente raffrenata più, o meno dagl' impedimenti, ne siegue, che ove l' altezza è maggiore, e gl' impedimenti non sono punto maggiori (come accade in una medesima sezione d' uno stesso fiume) debba eziandio trovarsi velocità maggiore. Ma se si paragonano insieme diversi fiumi, ciascuno de' quali sia di poca declività, avvegnachè amendue di egual larghezza, tal regola non è rigorosamente vera senza qualche limitazione, cioè per verificarla convien supporre gl' impedimenti nell' uno, e nell' altro di egual forza, e particolarmente che sia eguale quell' impedimento, che nasce dalla tenuità della pendenza, che vuol dire, che le pendenze sieno eguali. E la ragione è, perchè posta in due fiumi di tal natura eguale altezza d' acqua, non sarebbe tuttavia rigorosamente eguale la loro velocità, se gl' impedimenti predetti non fossero eguali; anzi per le cose dette nell' Annotazione precedente, maggior velocità si produrrebbe dalla medesima altezza d' acqua nel fiume meno impedito, che nell' altro più impedito; onde potrebbe ancora in quest' ultimo crescere alcun poco l' altezza, senza che la velocità oltrepassasse, nè pure uguagliasse la velocità dell' altro. L' istesso discorso si può applicare ad un medesimo fiume considerato in diverse sue sezioni.

## ANNOTAZIONE XVII.

(Dopo la Regola VII. §. *Sia per esempio*)

S*I disporrà la superficie di questa in una linea curva A L I* (*Fig.* 14.)

La figura della superficie A L I fu già determinata dall' Autore nella Prop. VII. del Libro V. della Misura dell' Acque correnti, supposto che il fondo B K sia piano, e il canale di larghezza uniforme per un' iperbola del quarto grado. Ha poi il P. Abate Grandi nel Capitolo III. del Libro II. del Trattato del Movimento delle Acque dimostrato qual debba essere l' istessa figura della superficie in diverse altre supposizioni della larghezza, e della figura del fondo, anzi nella Proposiz. XX. del medesimo Capo ha assegnata una regola generale per ritrovarla, qualunque sia la linea del fondo.

## ANNOTAZIONE XVIII.

(Dopo la Regola VII. al §. *Per esempio*)

A Maggior dilucidazione di tutto il sistema dell' Autore intorno alle diverse cagioni, e proporzioni delle velocità ne' diversi tratti del fiume, sia (*Tav.* 16. *Fig.* 61.) il piano del canale inclinato B K di uniforme larghezza, sopra il quale scorra il fiume con un moto, che sensibilmente si vada accelerando per tutto il tratto B G, onde le sezioni di esso A B, G L si vadano di mano in mano rendendo meno alte, e la superficie A L accostando al fondo con disporsi nella linea curva A L, la quale, facendo astrazione dagl' impedimenti, dovrebbe essere, come poc'anzi si è detto, del genere delle iperbole; ma a cagione di

questi

questi potrà, secondo la loro diversa situazione, e attività essere d'altra natura. Giunto poscia il fiume alla sezione G L, poniamo, che la velocità di ciascuna parte dell'acqua, tanto nella superficie, quanto nel fondo, e nel mezzo, sia ridotta ad una equabilità sensibile (comecchè con diversi gradi di velocità nelle diverse parti), e che per lo tratto susseguente G K tale si mantenga, continuando fino in K gl' impedimenti sempre uniformi. Dovrà dunque nel detto tratto G K mantenersi eziandio l'altezza G L, K M sempre di una costante misura; e però la superficie L M si stenderà in una linea retta parallella al fondo G K. Ma posto, che nella sezione K M si incontri un ostacolo atto a scemare o in ciascuna parte dell' acqua, o in alcuna di esse il detto grado di velocità equabile, certo è, che non potendo sotto la primiera altezza M K passare tutta la quantità dell'acqua, che porta il fiume, dovrà questa accumularsi, e sollevarsi ad altezza maggiore. Facendo dunque come la velocità media risultante da tutte le velocità residue delle parti dell' acqua dopo incontrato l'impedimento, alla velocità media primiera risultante dalle diverse velocità, che esse avevano prima di incontrarlo, così la primiera altezza K M alla K C, sarebbe K C quell'altezza, fino a cui si dovrebbe alzar la sezione impedita, se nello stesso atto d'alzarsi, le parti inferiori non potessero riacquistare dalla pressione delle superiori alcuna parte della perduta velocità; il qual caso seguirebbe, quando la velocità loro, benchè scemata dall' impedimento, fosse ancor maggiore di quella, che potrebbe produrre la pressione K C. Ma se al contrario la detta velocità residua fosse minore di tal misura, egli è manifesto, che per dar passaggio a tutta l'acqua del fiume non vi sarebbe bisogno di tutta l'altezza K C; ma si dovrebbe dare un termine di alzamento D inferiore al punto C, in cui l'altezza della sezione bastasse per l'appunto a smaltire colla velocità così aumentata tutta quell'acqua, che senza il detto aumento avrebbe richiesta l'altezza K C; e però alzatasi la sezione fino in M D, cesserebbe l'alzamento, e la superficie si stabilirebbe in D.

Dove è da notare, che sebbene le parti inferiori dell'acqua verso il fondo K, per l'alzamento seguito fino in D, si suppongono rendute dalla pressione D K più veloci di quel che sarebbero state dopo la diminuzione fatta alla velocità loro dall' impedimento incontrato, al contrario le parti verso la superficie D debbono essersi rendute meno veloci, come quelle, che non pure non ponno rinfrancarsi di tal perdita in virtù della pressione (la quale presso D è picciolissima, e nello stesso punto D affatto nulla), ma hanno di nuovo perduto nell'alzarsi fino in D qualche parte di quella velocità, che avevano acquistata per la discesa antecedente fino a quella sezione. Si dispensano dunque talmente le velocità nelle diverse parti dell'acqua, che la velocità media della sezione stabilita D K riesca bensì maggiore della velocità media della sezione K C, che competerebbe alle velocità residue dopo l'impedimento, ma riesca all'incontro minore della velocità media della sezione K M, per cui la medesima quantità di acqua sarebbe passata, se non avesse incontrato l'impedimento, che l'obbligò ad alzarsi; onde in simili casi vi è sempre perdita di velocità non ostante il ristoro, che ne fa la pressione.

Non si può figurare, che l'impedimento predetto rallenti solamente la velocità della sezione K M, senza che faccia eziandio qualche remora alle altre sezioni superiori presso K M, nè che il pelo del fiume sollevato fino in D si sostenga senza spandersi al di sopra sulla superficie M L; onde è manifesto, che in essa ancora dovrà seguire qualche alzamento, e che tal effetto dovrà estendersi fino a un certo termine come N O, più, o meno lontano dalla sezione K M, secondo la situazione, e la resistenza diversa dell'impedimento; con questo tuttavia, che le sezioni predette siano di mano in mano meno impedite, a misura che sono più lontane dal sito K M, disponendosi il pelo rialzato come in D N in positura meno inclinata di L M fino a quella sezione N O, che è la più alta di tutte quelle, alle quali può propagarsi la resistenza cagionata dal detto impedimento.

Tutto ciò dee esser vero di qualunque natura

natura sia; e in qualunque modo operi l'ostacolo, che abbiamo figurato apposto alla sezione K M; che se in alcune delle sezioni susseguenti, e inferiori a K D cessasse il detto ostacolo, è manifesto, che l'acqua del canale potrebbe di nuovo abbassarsi, e ripigliare con nuova discesa tutta, o parte della perduta velocità; ma se l'ostacolo, o impedimento predetto da K D in giù fosse uniformemente continuato, dovrebbe continuare il fiume a correre sotto altezza eguale a K D.

Questo caso non meglio si può figurare in pratica, che supponendo consistere l'impedimento in una diminuzione di pendenza dell'alveo, che siegua nel punto K, riducendosi questo dalla positura K I all'altra meno declive K F; nel qual supposto scemandosi (per le cose dette all'Annotazione XII.) la primiera velocità nel passaggio K da un piano all'altro, si riduce il canale ad un nuovo grado di celerità terminale, anch'essa equabile, ma minore di prima, quando da K in giù gl'impedimenti sieno uniformi; onde le altezze delle sezioni K D, F Q si rendono di nuovo eguali, e la superficie D Q si stende in una retta paralella al fondo.

Per l'istessa ragione, se in un altro punto inferiore F succederà nuova diminuzione di pendenza, passando l'alveo dalla direzione K F R alla meno inclinata F S, dovrà la sezione F Q alzarsi come in F T, alla quale saranno eguali tutte le altre susseguenti, come S V; e così in ogni altro cangiamento, che seguisse di sotto al punto F; e molto più se l'alveo si riducesse ad essere affatto orizzontale, e con tali diminuzioni di velocità può darsi, che si spenga affatto la velocità della discesa, e che tutta quella, che ha il fiume, si debba riconoscere dall'altezza, come l'Autore ha detto nella spiegazione di questa Regola VII., onde il moto della superficie dell'acqua si debba unicamente attribuire all'adesione delle parti superiori alle inferiori, che seco le strascinano, come egli spiega poco dopo nella Regola VIII. al §. *Non è da tacere*, e di nuovo nel Capo VII. §. *Di nuovo*. Questo caso di spegnersi affatto, o quasi affatto la velocità della discesa suppone egli essere il più ordinario ne' fiumi, quando sono ridotti a pendenze piccolissime, e quasi insensibili, come vedrassi nel Capo VII.

Si è figurato, che i cangiamenti di pendenza del fiume si facciano per mezzo di angoli sensibili ne' punti K, F, ed altri simili; ma l'istesso effetto in ordine all'alzamento delle sezioni succederebbe, se tali mutazioni seguissero a poco a poco, onde il fondo del canale formasse una curva seguita K F S; perocchè sebbene non si darebbe allora quell'improvvisa diminuzione di velocità, che dee seguire passando da un piano all'altro, tuttavia sempre sarebbe vero, che l'acqua, supposti gl'impedimenti uniformi, minor resistenza troverebbe a scorrere per le parti superiori, e più declivi, che per le inferiori, e meno declivi; onde sempre dovrebbe scemare la velocità della discesa, e coll'alzamento dell'acqua farsi luogo a quella della pressione.

Si è anche supposto, per seguire la dottrina dell'Autore, che la velocità, prima di restare positivamente diminuita dagli impedimenti nella sezione K M, fosse stata fisicamente equabile per lo tratto del canale G K; ma ciò non è assolutamente necessario, potendo darsi, che tale sia l'impedimento incontrato in K, che basti non pure ad impedire ulteriore accelerazione, ma a distrugger parte della velocità acquistata, ancorchè questa non fosse per anco renduta equabile, come se il fiume da A in M si fosse perpetuamente accelerato, e poi si rallentasse in K, senza passare per l'equabilità in alcun tratto intermedio.

## ANNOTAZIONE XIX.

(Alla Regola VIII.)

SE *il metodo assegnato da noi nel Libro IV. della Misura dell'Acque correnti si applicherà a' luoghi proporzionati, ne' quali l'altezza viva dell'acqua sia la più grande, che aver si possa . . . . non sarà affatto impossibile di misurare qualunque acqua corrente.*

L'ingegnoso metodo, di cui fa qui menzione l'Autore, consiste nell'adattare ad una sezione naturale del fiume una sezione artificiale, o regolatore in figura di

ret-

rettangolo, per cui si faccia passare tutta l'acqua del fiume, e che sia fornito di una cateratta, che si possa calare da alto fino al fior d'acqua, o alquanto più sotto, e con tal mezzo obbligar l'acqua, che viene dalla parte di sopra ad alzarsi, appoggiandosi alla cateratta, finchè la superficie di essa divenga permanente; il che fatto, si renderà la detta superficie per qualche tratto all'insù equilibrata, e stagnante, onde il fiume si potrà in quel sito riputare come un vaso, in cui entri tant'acqua, quanta ne esce per la detta sezione artificiale di sotto alla cateratta (che è la medesima quantità, che passava per tutta la sezione naturale del fiume), la quale farà le veci d'una luce rettangola aperta nella sponda di quel vaso. Misurando dunque dalla superficie dell'acqua ristagnata fino al di sotto della cateratta immersa nell'acqua, si avrà l'altezza dall'acqua del vaso sopra la sommità della detta luce, dalla quale altezza unicamente dipenderà in tal caso la velocità di ciascuna parte dell'acqua, che passerà per quella sezione; onde avendosi la misura e della larghezza della detta luce, e della sua altezza corrente dal fondo della cateratta a quello del regolatore, non è difficile fare il calcolo della quantità dell'acqua, purchè da altre sperienze si sappia quanta ne esca in un dato tempo da un vaso per un dato foro sotto una data altezza, e purchè si abbia riguardo all'inclinazione del fiume, ove questa fosse assai sensibile, per determinare rigorosamente l'altezza dell'acqua sopra il centro di velocità della luce. Veggasi il detto Libro IV. della Misura dell'Acque correnti nel luogo citato.

Un tal metodo è certamente il più reale, che sia stato suggerito a quest'uso, e si potrebbe mettere in pratica almeno in qualche canale di mediocre portata, raccogliendone poscia attualmente tutta l'acqua per un dato tempo, e misurandola, per riprova di quello, che si fosse conchiuso da tale sperienza; intorno alla quale il principal dubbio, che si possa muovere, consiste in ciò, che già si è accennato nell'Annotazione XI. di questo Capo, cioè nel paragone della quantità assoluta dell'acqua, che porta il fiume, con quella, che esce dal foro d'un vaso, potendosi dubitare, se quando al vaso fosse applicato un canale (come lo è in tale sperienza alla luce del regolatore), ne uscisse sotto eguale altezza quella stessa quantità assoluta, che uscirebbe dalla medesima luce, ove sboccasse liberamente nell'aria, potendone far diffidare il sostentamento dell'acqua, che fanno il fondo, e le sponde del canale, e la modificazione delle velocità, che indi potrebbe nascere. Ben pare verisimile, che facendo tale sperienza in due canali diversi, la proporzione, che si dedurrebbe delle loro portate, non dovesse andar troppo lontana dal giusto, attesa la costante regola, che si vede serbar la natura nelle velocità sempre in ragione dimidiata delle altezze, quando nelle pruove si adoperano sempre o semplici fori, o tubi cilindrici, o conici, ec.; ma il supporre la quantità assoluta dell'acqua la medesima, quando alla sezione non è applicato alcun canale, che quando vi è applicato, non può passare senza qualche ragionevol sospetto. Veggasi quello, che si è avvertito nell'Annotazione XI. del presente Capo.

## ANNOTAZIONE XX.

(Dopo la Regola VIII. al §. ultimo)

I *Fiumi, i quali non hanno sensibile declività, tanto saranno più veloci, quanto maggiore sarà il corpo d'acqua, che porteranno, supposta in essi egual larghezza di alveo, oppure quanto maggiore sarà la loro altezza viva.*

Vedi la limitazione a questa Regola da noi accennata nella Nota XVI., e quel di più, che diremo nel Capo VII.

# ANNOTAZIONI
## AL CAPO QUINTO.

### ANNOTAZIONE I.

( Al §. *E' concetto* )

E' *Concetto quasi universale degli uomini, che i fiumi richiedano della caduta, acciò le acque possano correre, cioè, che sia necessario, che il fondo del fiume sia inclinato all' orizzonte ec.*

Fa d'uopo nella presente materia distinguere la declività del fondo da quella della superficie, potendo l'una esser diversa dall' altra, e mancare per avventura o l'una, o l'altra, o amendue, come di mano in mano si vedrà. Si dee ancora avvertire, che le declività si debbono intendere rispetto ad una linea, o superficie concentrica alla terra, e per conseguenza curva (comecchè in piccole distanze sensibilmente retta), e non rispetto a ciò, che i Geografi chiamano orizzonte fisico, che è un piano, o una retta tangente la detta curvità, per le quali rette si traguarda cogli strumenti da livellare. Gli alvei de' fiumi hanno bisogno di abbassarsi sotto questa visuale (secondo che deduco dalle misure rilevate nell' eccellente Opera del Sig. Jacopo Cassini della grandezza della terra) once 8. e mezzo in circa per miglio in misure Bolognesi, ad effetto non già di esser declivi, ma di non essere acclivi; perciocchè tanto appunto si alza la visuale del livello sopra la superficie del mare nel detto spazio; onde quando abbiano tale inclinazione saranno precisamente orizzontali, e avendone di più allora solo saranno declivi. Il confondere questi termini può dar luogo a gravissimi abbaglj.

### ANNOTAZIONE II.

( Alla dimostrazione della Proposiz. I. )

B*Asta che la superficie della posteriore sia più alta di quella dell' anteriore, benchè la differenza sia insensibile.*

Questa condizione non si dee prender per regola universale in tutti i canali di fondo orizzontale, potendosi dare molti casi, che essi abbiano anco la superficie orizzontale, come l'Autore avverte poco dopo nel §. *Ciò è vero*; ma si vuol ristrignere a' supposti di questa Proposizione, cioè, che sopra il fondo A B (*Fig.* 15.) intestato dalla parte di A venga versata dell' acqua, la quale entro lo stesso canale si accumuli a qualche altezza G H; anzi, per quanto a me sembra, nè pure è necessaria in tal caso l'altra condizione, che entro il canale rigurgiti l'acqua del mare, parendomi, che la dimostrazione, che egli adduce abbia luogo, ancorchè il fondo del canale fosse superiore alla superficie del mare, o d'altro recipiente. Non così sarebbe, ove l'acqua si facesse passare per qualche sezione del canale orizzontale sotto un'altezza limitata, e permanente, come tra poco vedremo. Colla medesima restrizione si vuol intendere ciò, che si aggiugne appresso nel Corollario II., cioè, che quanto maggiore è il corpo d'acqua, che dee passare per lo canale orizzontale, tanto maggiore sia la declività della superficie.

### ANNOTAZIONE III.

( Dopo il Coroll. II. Prop. I. §. *Ciò è vero* )

M*A se il fondo A B* (Fig. 16.) *fosse nella stessa linea orizzontale con B D, o più alto, allora avrebbe luogo ciò, che da noi è stato dimostrato al Corollario I. Proposizione I. del Libro V. della Misura dell' Acque correnti, cioè, che la superficie dell' acqua, la quale scorre per li canali orizzontali, dee sempre essere paralella al fondo di essi.*

Il divario tra' canali orizzontali di fondo più basso, e quelli di fondo più alto, o eguale alla superficie del recipiente, cioè, che i primi abbiano la superficie inclinata, e gli

e gli altri paralella al fondo, non sembra, che universalmente sia vero, come già in parte si è mostrato nella Nota precedente; e a maggior dilucidazione di tutta questa materia de' fiumi orizzontali, intorno alla quale molti sono restati con qualche dubbietà, giova, che di nuovo sopra ciò alquanto ci tratteniamo, stando sempre sulle ipotesi dall' Autore stabilite nel precedente Capo.

Intendasi il lago inesausto C B A D (*Tav. 16. Fig. 62.*), cioè a dire tale, che la sua superficie C B sempre si mantenga allo stesso orizzonte, o sia per la sua smisurata ampiezza in proporzione dell' emissario B A, che le si suppone adattato, o sia perchè ad ogni momento tanto venga rialzata con nuova acqua, quanto si abbasserebbe per quella, che ne viene estratta. Sotto la superficie C B sia applicato al lago il fondo orizzontale A G di un canale d'uniforme larghezza, e di sponde rette, alte al pari della detta superficie, il quale abbia l'esito in G libero da ogni ristagno d'altr'acqua, e stendasi quella del lago entro del canale fino alla sezione dello sbocco GO, trattenuta ivi in equilibrio da una cateratta apposta alla detta sezione, la quale venga poi alzata ad un tratto fino sopra la superficie C B O. Comincierà dunque ad un tempo stesso ciascuna parte dell' acqua, che si affaccia alla sezione G O di sotto al punto O, ad uscir fuori secondo una direzione paralella al piano delle sponde, alla quale viene determinata dalle sponde medesime X Y, che si vogliono supporre perfettamente spianate, e continuate qualche tratto oltre lo sbocco G O nella medesima altezza, e nel medesimo piano; e la detta direzione di ciascuna parte dell'acqua, che esce, non potrà per quel primo istante essere, che orizzontale, impedendo l'acqua, che rade il fondo, che quella, che immediatamente le è sopra, non discenda nel luogo di essa, e questa altresì ostando alla discesa dell' altra più alta, e così di mano in mano tutte le altre, onde prenderanno tutte quel grado di velocità orizzontale, che è dovuto alla pressione di ciascuna. Ma perchè alla parte G, che scorre sul fondo, mancherà subito l'appoggio di questo, e con ciò mancherà alle altre superiori il sostegno delle inferiori, che le reggevano, comincieranno altresì tutte a discendere col momento della propria gravità; onde fuori del canale cangierà ciascuna la sua direzione, e tutta l'acqua formerà una cascata, la quale (posto che al canale A G ne fosse continuato un altro perpendicolare G V dell' istessa larghezza) dovrebbe disporsi un piano O T tirato per lo punto della superficie O, essendo G I due terzi di G O, come l' Autore ha mostrato nel Corollario I., e II. della Proposizione V. del Libro V. dell' Acque correnti. Ma frattanto è forza, che le parti dell' acqua contenute entro il canale B G, al primo uscire che hanno fatto quelle, che si affacciano alla sezione G O, si siano avanzate anch' esse verso la detta sezione, ciascuna con quella velocità, e direzione, con cui è uscita quella parte, che si presentò alla sezione G O nel medesimo filo orizzontale d'acqua; non potendosi pensare, nè che alcuna parte si muova obbliquamente, attesa l'uniforme larghezza del canale, nè che le anteriori si discontinuino dalle susseguenti, nè che le superiori scendano nel luogo delle inferiori; imperocchè sebbene queste sono più veloci di quelle, tuttavia essendo tutte quelle, che radono il fondo egualmente veloci, cioè tutte in quel grado, che conviene alla pressione, che soffrono, non ponno con lo scostarsi una dall' altra dar luogo alle superiori, nè queste per una simil ragione ponno concederlo alle altre più alte. Correrà dunque tutta l'acqua del canale di sotto alla superficie B O verso lo sbocco G O. Ma quanto alle parti infinitamente piccole, che costituiscono la detta superficie, non essendovi alcuna pressione, nè altra forza, che le obblighi a muoversi, e volendosi di nuovo metter a parte ogni aderenza, viscosità, o attrazione, che dir si debba, si staranno immobili, e tali sempre si manterranno. E sebbene si dee supporre, che la parte infinitamente piccola O, che è alla superficie dello sbocco, al cadere delle altre inferiori della sezione G O cada anch' essa, e che nel luogo da lei lasciato vadano succedendo le altre del filo d'acqua B O; tuttavia non potendo ella nel principio della sua discesa concepire, che quella velocità infinitamente piccola, che

conviene nel primo istante ad un corpo, che cada dalla quiete, anco il moto delle altre, che succederanno nel luogo di O, si farà con velocità infinitamente piccola; onde la superficie B O sarà da considerarsi come senza alcun moto. Sarà dunque la superficie tutta del canale, orizzontale, ed immobile. Nè si può dubitare, che non sia permanente, cioè, che essa si abbassi entro il canale; imperocchè non potendosi per la supposizione abbassare quella del lago C B, egli è evidente, che il lago sarà per tramandarne sempre per l'emissario B A quantità eguale in tempi eguali; onde il corso del canale rimarrà sempre nel medesimo stato. Dunque sarà il canale B G corrente con superficie orizzontale, immobile, e permanente. A questi canali, che ponno chiamarsi perfettamente orizzontali, si applica ciò, che l'Autore ha dimostrato ne' Libri III. V. VI. della Misura dell'Acque correnti.

E' da avvertire, che se la cateratta non fosse stata apposta precisamente allo sbocco del canale, ma ad altra sezione di esso, come M N (*Tav.* 16. *Fig.* 63.) più vicina all'emissario B A, oppure nell'emissario stesso, ritenendo tutte le altre circostanze del caso precedente, la parte B M della superficie tra l'emissario, e la cateratta dovrebbe come prima essere orizzontale, ed immobile; ma dalla cateratta andando verso lo sbocco, la superficie dovrebbe inclinarsi, prendendo (come è facile il dimostrare, supposte coll'Autore le velocità in ragione dimezzata delle altezze) le figure paraboliche M V, M R, M G di mano in mano più ampie, se pure superficie può chiamarsi il termine de' viaggi sincroni delle diverse parti dell'acqua, che anderebbe passando per la sezione M N; nè potrebbe giammai la superficie, intesa in questo senso, arrivare a farsi permanente, e orizzontale in M O, avvegnachè quando lo sbocco G s'intendesse indefinitamente lontano, e la superficie si supponesse già arrivata a passare per G, si potrebbe stimare fisicamente orizzontale, come l'Autore ha avvertito nel fine di questo §. *Ciò è vero*.

Abbiamo supposto finora il canale orizzontale senza ristagno, o rigurgito d'altr' acqua, in cui egli vada a sboccare; ma, se io non erro, il medesimo effetto di mantenere la superficie orizzontale, ed immobile può succedere, quand'anco la superficie del recipiente sia allo stesso livello, che quello della vasca, onde esce il canale, purchè il detto recipiente abbia un esito, mercè cui si mantenga sempre allo stesso orizzonte. Come se dalla vasca inesausta B C (*Tav.* 16. *Fig.* 64.) uscisse il canale orizzontale C D, il quale avesse sbocco nel lago D E F, e questo lago di nuovo si scaricasse per un altro canale orizzontale F G, col fondo F G a livello del primo, e nella stessa direzione, e in lunghezza eguale col medesimo; allora intendendosi apposta a quest'ultimo una cateratta G H, onde l'acqua d'amendue i canali, e d'amendue i laghi fosse continuata in una sola superficie stagnante A H, se tutta ad un tratto si aprisse la cateratta, parmi, che l'acqua per fino dall'emissario I C delle vasca B C fosse per prender corso per C D E F G, come farebbe per un solo canale continuato, potendosi il lago di mezzo riguardare come una dilatazione, o un gorgo del fondo C D F G, che non torrebbe la continuazione al corso dell'acqua per mezzo di esso, facendole quasi letto, e sponde (ove si voglia metter sempre da parte ogni irregolarità fisica, e supporre propagarsi il moto da un capo all'altro del fluido in un tempo minimo); onde il canale C D sarà corrente, e pure sempre manterrà la superficie orizzontale, ed immobile, benchè a livello di quella del suo recipiente D E F. Egli è tuttavia da avvertire, che se anco il lago di mezzo D E F fosse inesausto, nel senso spiegato sul principio di questa Annotazione, allora l'acqua B C non potrebbe correre verso D F, non più che questa verso B C, ma amendue starebbero in equilibrio, e il solo canale F G sarebbe corrente. Imperocchè, quando il lago D E F possa abbassarsi, trovando l'acqua aperto l'esito per F G, si abbassa per una quantità infinitamente piccola, e tale abbassamento vien subito riparato da altrettanto alzamento per mezzo del canale C D; ma quando D E F sia inesausto, uscendo l'acqua di esso per F G, non si abbassa punto, nè si mette in moto entro il lago; onde resiste a quella del canale C D, e della vasca C B, nè la lascia in libertà di scorrere.

Resta da considerare un altro caso, nel quale mostreremo potere un canale orizzonta-

zontale correre con superficie orizzontale, e permanente in un medesimo stato, ma tuttavia mobile. Immaginiamo di nuovo il vaso inesausto DAE (*Tav.16. Fig.65.*), nel quale in vece, che l'emissario sia aperto di sopra fino alla superficie dell'acqua CE, sia solamente nella sponda sotto la superficie una luce rettangola AB, e al fondo di essa applicato il canale orizzontale AG, dell'istessa altezza, e larghezza della luce, e per tutto uniforme, coll'esito parimente libero in G. Allora rimossa ad un tratto la cateratta, che chiudeva la luce, non vi ha dubbio, che tutte le parti dell'acqua, che a questa si affaccieranno, saranno determinate a scorrere con direzioni orizzontali, ciascuna con quella velocità, che conviene alla pressione, che essa riceve dall'acqua superiore, e però anco la superficie scorrerà orizzontalmente colla velocità dovuta alla pressione EB; onde preso qualsivoglia tempo dopo l'apertura della luce, v. gr. quello, in cui quel filo d'acqua, che scorre radente il fondo, sarà arrivato in Z, se col vertice E intorno all'asse AE si descriverà per Z la parabola EXZ, che tagli l'orizzontale BX in X, è manifesto, che quella parte di acqua, che uscì dalla sommità della luce B, in capo al tempo predetto sarà giunta in X, dovendo gli spazj sincroni AZ, BX essere come le velocità; le quali si suppongono come le radici delle altezze AE, BE, cioè come le ordinate alla parabola AZ, BX; e lo stesso dovendo seguire in ogni altro tempo, a cui corrisponda ogni altra parabola similmente descritta, come EFG, è manifesto, che la superficie BXP sarà orizzontale, corrente, e permanente in un medesimo stato, e solo sarà inclinata quella parte di superficie, se tale può dirsi, che per ciascun tempo si troverà oltre l'intersecazione dell'orizzontale BP colla parabola corrispondente a quel tempo, come XZ, FG. Si potrebbe qui ancora figurare la cateratta apposta non già alla luce AB, ma ad altra sezione del canale; ma in tal caso converrebbe supporlo chiuso per di sopra con coperchio, che poi si togliesse all'alzare della cateratta. Sotto questo caso (intorno a cui non può cader dubbio) è compreso anche il primo, cioè quando l'altezza BE sia nulla, e le parabole passino per lo punto B, e in esso abbiano il vertice, essendo la cateratta apposta allo stesso emissario; e allora la velocità della superficie dee trovarsi nulla, appunto come l'abbiamo trovata.

Finalmente, se ritenendo la superficie del vaso in CE, e tutte le altre supposizioni di quest'ultimo caso, si intenderà essere lo sbocco, e il fondo del canale sommerso sotto il livello di un recipiente stagnante, e chiuso d'ogn'intorno HH, il qual livello sia HFI, non più alto della superficie CE (altrimenti il recipiente correrebbe all'indietro per lo canale, ed entrerebbe nel vaso DAE), è manifesto, che ciò non ostante prevalendo la pressione dell'acqua del vaso a quella dell'acqua del detto recipiente, il canale dovrebbe correre verso il suo sbocco, nè la superficie di esso lascierebbe d'essere orizzontale (facendo astrazione dalla cascata d'acqua, che dovrebbe seguire allo sbocco, ove il livello HFI fosse più basso di BO), perciocchè essendo tutte le sezioni di esso sempre egualmente impedite dalla resistenza del recipiente (purchè questo per l'ingresso dell'acqua stessa del canale non si potesse rialzare di superficie) niuna diminuzione di velocità, e per conseguenza niuno accrescimento d'altezza può succeder nell'una, che non succeda egualmente nell'altra. Ne seguirebbe bensì, che minor quantità d'acqua uscisse per la luce impedita, di quella che uscirebbe per la medesima luce libera; ma supponendosi, che per tutto ciò la superficie CE non possa rialzarsi, attesa la immensa sua proporzione all'ampiezza della luce AB, rimarrebbe sempre il canale nel medesimo stato, e con superficie permanente; la quale, ove il livello del recipiente non fosse più alto della sommità della luce B, dovrebbe vedersi muovere verso lo sbocco, benchè con velocità minore di prima.

Se il discorso finora fatto ne' varj casi considerati sussiste in ogni sua parte (non affidandomi io di non prender qualche abbaglio in una materia sì difficile, e nella quale molti dottissimi uomini si sono arrestati) si ponno spiegare le diversità, che si trovano in simili canali colle osservazioni, vedendosi in fatti la loro superficie talvolta inclinata, talvolta orizzontale, ma corren-

corrente con notabile velocità, e tal altra quasi immobile, giacchè immobile affatto non può essere in pratica, nè pure nelle ipotesi del nostro Autore, attesa l'aderenza, o viscosità, che egli riconosce nelle parti dell'acqua.

E' da avvertire, che tutto ciò, che nella presente Nota si è detto in ordine alle velocità (posto lo sbocco del canale libero), potrebbe ancora aver luogo, quando esse nell'ingresso de' canali, e nel corso di essi non fossero quelle medesime, che corrisponderebbero a pari altezza nelle libere uscite dell'acqua da' fori delle sponde de' vasi (secondo il sospetto indicatone nell' Annotazione XI. del Capo IV., ed altrove), purchè non fossero diverse fra loro in ciascuna delle sezioni, nelle quali l'altezza fosse eguale, e purchè in tutte serbassero la ragione dimezzata delle altezze.

## ANNOTAZIONE IV.

(Dopo il Corollario II. Proposizione I. §. *Quanto sia erroneo*)

D*Al che evidentemente apparisce, che la caduta non tanto è cagione della velocità de' fiumi, quanto effetto della medesima, essendo comune osservazione, che i fiumi molto veloci si profondano l'alveo, e con ciò scemano le cadute, e i tardi di moto, se corrono torbidi, s'interriscono i letti, e con ciò accrescono le declività de' loro fondi.*

Per togliere ogni equivoco si vuol avvertire non negarsi qui dall'Autore, che quella velocità, che si trova aver il fiume in qualsivoglia sezione del suo alveo, non riconosca le più volte come sua cagione o totale, o parziale la caduta, cioè la discesa del fiume dalla sua origine fino a quel punto dell'alveo (ciò, che egli stesso ha insegnato nel Capo precedente); ma solo pretendersi, che il mantener che fa il fiume in quel sito una tal pendenza, o inclinazione d'alveo, senza accrescerla, nè sminuirla, ove si tratti di fiumi atti a farsi eglino stessi, e rassettarsi il letto colle proprie forze o per escavazione, o per interrimento, sia piuttosto effetto, che cagione della detta velocità, la quale non sia nè soverchia, per poterlo escavare, nè scarsa, per doverlo interrire. E perchè l'alveo d'un fiume tanto meno ha di pendenza quanto è più cavo, e tanto ne ha di più, quanto più è alto (dovendosi considerar qui lo sbocco come un punto fisso, a cui l'alveo dee terminare, e che in fatti non è soggetto a mutazione in profondità, che sia di molto momento, ove il recipiente sia inalterabile, come vedrassi nell'Annotazione I. del Capo VIII.), ne segue, che a maggior velocità, come atta a produrre o maggior escavazione, o minore alzamento, risponderebbe minor pendenza, e al contrario maggior pendenza andrebbe congiunta con minore velocità. E in tal senso si verifica, che al profondarsi degli alvei scemino le cadute, cioè le pendenze, e all'interrirsi si accrescano le declività; i quali effetti come si producano dalla natura, si spiega a lungo in questo Capo.

E giova qui di passaggio osservare, che l'Autore spesse volte in quest'Opera si serve de' vocaboli di caduta, e di declività come sinonimi (ed altri ancora così hanno fatto), comecchè, propriamente favellando, queste voci paiano istituite a significar cose alquanto diverse. *Caduta* d'un termine sopra un altro è la differenza delle loro altezze, o sia della loro distanza dal centro comune de' gravi, e dicesi ancora di due termini fra loro sconnessi. Così diremo, a cagion d'esempio, che la cima del tal monte ha tante braccia di caduta sopra la superficie del mare. Laddove *declività* (o vogliasi dire *declivo*, *pendenza*, *pendio*, *inclinazione*) non tanto si fa consistere nella differenza delle altezze di due punti, quanto nel rapporto di tal differenza alla distanza orizzontale di essi, i quali si vogliono intender connessi con qualche linea, o piano inclinato (e tal rapporto è quello del sino dell'angolo dell'inclinazione al sino del suo compimento): a cagion d'esempio, quando si tratti di due punti d'un medesimo fondo, o di una medesima superficie d'un canale, che si estenda dall'uno all'altro, anzi più propriamente dicesi dello stesso piano, che de' due termini di esso. E perciò, se, a cagion d'esempio, il fondo d'un fiume si unisse col fondo di un altro, e quel primo in un punto distante un miglio di sopra

pra

pra all'unione si trovasse di livello col secondo preso in un punto distante due miglia sopra alla medesima, le cadute di que' due punti degli alvei sopra il termine comune della confluenza sarebbero eguali; ma le pendenze non si dovrebbero dire eguali, mentre il primo fiume tanto alzerebbe in un miglio, quanto l'altro in due miglia, cioè il doppio più del secondo in egual tratto, e le linee inclinate di quegli alvei (le quali si sogliono a' tempi nostri chiamare le *cadenti de' fondi*, dicendosi all'istessa maniera *cadente del pelo d'acqua*, *degli argini*, *delle campagne*, *ec.*) avrebbero pendenza l'una doppia dell'altra.

Si è detto poc'anzi, che a maggior velocità del fiume risponderebbe minor pendenza; la qual cosa, acciocchè non paja contraria a quello, che si disse nel Capo precedente (cioè, che ove la pendenza è minore, si rallenta il moto, e scema la velocità), basta considerare, che altra è la velocità, con cui il fiume si forma l'alveo, e induce in esso una qualche pendenza; altra quella, che poscia egli serba dopo di aver compito cotesto effetto. Il fiume escavando perde di velocità, appunto perchè comincia a scorrere sopra quella pendenza più dolce, che egli si è fatta, e quando tanto ne ha perduto da pareggiar la sua forza, che intanto scema, colla resistenza delle parti dell'alveo, che intanto cresce, cessa l'escavazione, e il fiume resta con quella velocità, e con quella pendenza, che insieme si equilibrano. Al contrario interrendo aumenta la velocità, perchè scorre sopra quella pendenza più ripida, che si è acquistata; e quando tale acquisto ne ha fatto da uguagliare la sua forza di portar via le torbide, la qual forza frattanto si aumenta, colla resistenza di queste all'essere spinte avanti, la qual resistenza frattanto si sminuisce, ha termine l'interrimento, e il fiume serba quella velocità, e quella inclinazione, in cui la forza, e la resistenza si sono eguagliate. Ma sopra ciò, per ben intendere come si ottenga tale equilibrio, basta leggere attentamente le parole dell'Autore in questo §., e ne' seguenti fino alla II. Proposizione.

Solamente, affinchè non resti alcuno scrupolo in questa si difficil materia, si vuol notare inoltre non esser impossibile, anzi necessario, che il fiume nell'escavarsi il letto perda di velocità, e ne acquisti nell'interrirlo, benchè nel primo caso abbia dovuto fare maggior discesa, e nel secondo abbia dovuto tornare ad alzarsi. Imperocchè già nel Capo antecedente si è veduto, che i fiumi a cagione delle grandi resistenze, che incontrano, presto si riducono in istato di non accelerarsi punto nella discesa; onde in tale stato per più, o meno che siano scesi, niente guadagnano, o perdono di velocità. Bensì perdono molto allo sminuire della pendenza, e molto riacquistano al crescer di essa, perocchè la minor pendenza non soffre, che mantengano neppure quella velocità equabile, che avevano acquistata nella maggiore; e all'incontro la maggiore può rimetterli in parte in un grado di velocità, che la minore non comporterebbe, come si è avvertito nel Capo precedente, e nelle sue Annotazioni.

Se per qualche accidental cagione si dasse caso d'interrimento del fiume nello sbocco, o nelle parti inferiori, e non nelle superiori, allora non sarebbe vero, che l'interrimento accrescesse la pendenza rispetto al tratto superiore, anzi la sminuirebbe; e al contrario quando nell'inferiore, e non nel superiore seguisse escavazione, la pendenza al di sopra sarebbe accresciuta, e non già scemata. Ma questi non sono di quegli effetti, che si considerano in questo Capo, nel quale si dee sempre supporre come fisso il termine inferiore.

## ANNOTAZIONE V.

(Dopo il Corollario II. Proposizione I. §. *Perchè ciò resti*)

T*Anto i fondi, quanto le larghezze degli alvei vengono ad esser determinate dalla natura.*

Cioè la natura per ciascun fiume, anzi per ciascun tratto di fiume esige una tal larghezza, e una tal pendenza (diversa tuttavia in diversi fiumi, e in diversi tratti del medesimo fiume, e dipendente dalle condizioni degli alvei, delle acque, e delle materie, che portano), la quale finchè

non

non si ottenga colle escavazioni, o cogli interrimenti, nè la pendenza, nè la larghezza sarà permanente; ma si anderà o scemando, o aumentando mai sempre.

## ANNOTAZIONE VI.

( Al medesimo §. *Perchè ciò resti* )

L'*Esperienza dimostra, che in un fiume stabilito di fondo . . . . e parimente stabilito di larghezza . . . . se nel di lui alveo si faranno coll'arte nuove escavazioni, ben presto, essendo l'acqua torbida, le riempirà; formandosi nuovi dossi, ben presto gli escaverà ec.*

Chiama egli fiumi *stabiliti di fondo* quelli, che hanno acquistata quella tale declività, che naturalmente esige la loro condizione, e *stabiliti in larghezza* quelli, che parimenti tanta se ne sono presa, quanta la natura per essi ne addomanda. Nel che è da avvertire non poter giammai un fiume arrivare a perfettamente stabilirsi nell'una di coteste due misure, senza che si stabilisca eziandio nell'altra, come facilmente, s'intende sol che si rifletta, che da amendue congiuntamente dipendono (almeno in gran parte) tanto quell'ultimo grado di velocità, quanto quel limite di resistenza, nell'equilibrio de' quali consiste lo stabilimento del fiume.

Potrebbe alcuno dubitare, se si diano in natura fiumi perfettamente stabiliti, a riguardo del perpetuo rialzamento, che dee succedere de' loro sbocchi nel mare, posto che il mare (come non senza fondamento da qualcheduno è stato creduto) si vada egli sensibilmente alzando di superficie. Tuttavia siccome una tale elevazione, se pur sussiste, prima di manifestarsi al senso, non richiede meno, che il corso di qualche secolo, non si può fare errore sensibile riguardando per qualche tempo come stabiliti di fondo que' fiumi, ne' quali non concorra altra cagione di cangiamento, che l'alterarsi della superficie nel mare.

Come poi in pratica possa aversi indizio se un fiume sia stabilito di fondo, veggasi nell'Annotazione III. del Capo XIV.

## ANNOTAZIONE VII.

( Al §. *Ciò premesso* )

L*A violenza del corso dell'acqua non sempre è effetto della declività dell'alveo, come finora è stato creduto; ma la declività dell'alveo è bensì sempre effetto della violenza del corso dell'acqua.*

Cioè a dire l'aver l'alveo quella tale declività, più che un'altra, è effetto della violenza, che ebbe il corso dell'acqua per renderlo sì poco declive a forza di escavarlo; dopo di che scemata la velocità, ed accresciuta la resistenza del terreno ad esser roso (effetti amendue della pendenza diminuita) si è fatto l'equilibrio delle forze, e il fondo si è stabilito. Vedi sopra l'Annotazione IV. di questo Capo.

## ANNOTAZIONE VIII.

( Al Corollario V. della Proposizione I. )

Q*Ue' fiumi, che conservano mai sempre il medesimo corpo d'acqua, devono aver il fondo in una linea sensibilmente retta, se si parli di piccole distanze; ma... in grandi distanze, in una spirale, le cui tangenti facciano sempre angoli eguali colle perpendicolari tirate dal centro della terra.*

Affinchè si verifichi il presente Corollario, come pure il IX. di questa Proposizione, parmi, che convenga aggiugnere una condizione, cioè quella della larghezza uniforme delle sezioni per tutto quel tratto, per cui si mantiene il medesimo corpo d'acqua, essendo ciò necessario per avere quell'uniforme velocità, da cui dipende il mantenersi la rettitudine della cadente del fondo.

La linea spirale, di cui egli parla, e che fa angoli eguali con tutte le perpendicolari, cioè con tutte le rette tirate dal centro della terra, necessariamente nasce dall'uniformità della pendenza, mentre nelle grandi distanze, ove una linea veramente orizzontale sensibilmente è curva, cioè è un arco di circolo, conviene, che una linea egualmente inclinata all'orizzonte diventi la spirale predetta.

## ANNOTAZIONE IX.

(Al Corollario I. della Proposizione V.)

IN *que' siti, ne' quali il fondo è arenoso, le cadute sono maggiori, che in quelli, ne' quali il fondo è composto di puro limo, o belletta senza tenacità.*

La condizione qui aggiunta *senza tenacità* era necessaria, affinchè il caso del limo fosse compreso ne' supposti di questa V. Proposizione, nella quale si figurano le parti del fondo staccate, e non in quelli dell'antecedente, ove si supponevano avere aderenza fra loro, e col fondo del fiume. Per altro se il limo fosse così tenace, che potesse riputarsi della natura della creta, o del tivarro, allora potrebbe resistere a maggior declività di quella, che soffrirebbe un fondo di pura sabbia, secondo le cose dette al Corollario I. della Proposizione antecedente.

## ANNOTAZIONE X.

(Al Corollario II. della Proposizione V.)

A*Llora il fondo sarà più pendente, quando la figura delle parti, che lo compongono, sarà più difficile a muoversi, ed a scorrere sopra le altre.*

Nella prima edizione del Libro era qui occorso un abbaglio, leggendosi *più facile*, quando dee stare *più difficile*, come abbiamo emendato, e come egli medesimo avvertì nell'*errata* della detta edizione.

## ANNOTAZIONE XI.

(Al Corollario III. della Proposizione V.)

O*Sservandosi regolarmente, che detti sassi sono più grossi nelle parti più alte vicino alle fontane . . . . ne segue, che la linea del fondo . . . . debba disporsi in una curva concava ec.*

Ancorchè in questa Proposiz. V. l'Autore avesse solamente preso a trattare di quella diversità, che nelle pendenze de' fiumi può nascere dal diverso peso specifico delle parti, che compongono i fondi, sopra quali scorrono; nulladimeno nel presente Corollario egli passa a considerare piuttosto il peso assoluto, che lo specifico: il che non osta tuttavia alla verità di ciò, che poi si conchiude; atteso chè consistendo la difficoltà di fare sdrucciolare un corpo grave, v. g. un sasso, sopra un piano declive nel dover egli sormontar que' risalti, che rendono il fondo aspro, ed ineguale, è manifesto, che posta una medesima asprezza, e una medesima figura sferica, quella forza d'acqua, che basta a fare, che un sasso di mole determinata scorra sopra quel fondo, potrà non esser bastevole a farvi scorrere un sasso di maggior mole, e dell'istessa materia, e per conseguente di maggior peso assoluto; e a volere, che basti, si richiederà nel piano una declività maggiore, onde il sasso meno abbia ad alzarsi rispetto all'orizzonte, per vincere le scabrosità. E sebbene ne' fiumi al sasso di maggior mole è anco applicata maggior forza, a riguardo di esser egli investito, e spinto da maggior quantità d'acqua, si dee tuttavolta considerare, che l'aumento della forza, che ha l'acqua sopra i sassi (posta la velocità eguale in tutte le parti dell'acqua, che radono il fondo) non va che in proporzione della superficie de' sassi, cioè de' quadrati de' loro diametri, laddove l'aumento del peso, che si tratta d'alzare, è in ragione delle solidità, cioè de' cubi de' loro diametri; e perciò sempre è vero, che a' sassi più grossi si richiede in un medesimo fiume maggior declivo, per supplire al difetto della forza dell'acqua; onde segue, che la linea curva del fondo del fiume debba esser concava dalla parte di sopra, come si conchiude in questo Corollario.

In ordine poi alla natura della curva, in cui si debbono disporre gli alvei de' fiumi formati per escavazione, de' quali si tratta, risulta dalle cose dette dover ella esser tale, che in ogni suo punto equilibri colla propria resistenza alla corrosione la forza dell'acqua, che scorrendo per l'alveo tenta di corroderlo, mentre allora solo cesserà questa di escavare, quando le declività di mano in mano saranno disposte in maniera da pareggiare colla resistenza, che è variabile dipendentemente dalle stesse declività, la detta forza, variabile anch'essa dipendentemente e da esse, e dalla discesa fatta; e dalle larghezze, che di mano in mano prenderà l'alveo; e perciò la

ricerca geometrica di tal curvità parmi molto astrusa, e che per venirne a capo sia indispensabile stabilir prima delle ipotesi almeno verisimili in ordine alla dipendenza, o rapporto tanto delle resistenze, quanto delle velocità colle declività del piano; le quali leggi lascio a' più profondi Geometri il ricercare. Avvertirò solamente, che quando in generale si trovasse la natura di tal curva, per determinarne poi i punti in ciascun caso particolare, data che fosse l'origine, e lo sbocco del fiume colla positura del piano di mezzo, sarebbe d'uopo ridurre a misura la tenacità speciale di quel terreno, per cui l'alveo dovesse passare, caso che si dovessero staccare le parti della terra per formarlo, oppure il peso, la mole, e la figura de' sassi, caso che si dovesse esercitar la forza dell'acqua solamente sopra parti staccate, spingendole avanti; i quali dati parmi, che sarebbero troppo difficili ad accertarsi.

## ANNOTAZIONE XII.

(Dopo il Corollario V. della Proposiz. V. §. *Tutto l'esposto*)

G*Li scoli delle Campagne soliti a portar per lo più acque chiare, si conservano lungo tempo senza interrirsi; ma entrandovi acque torbide, benche in molta quantità, come succede nelle rotte de' fiumi, in poco tempo si riempiono di terra.*

La ragione di tal interrimento si adduce dall' Autore nel Capo XI. al §. *Ritornando*, e consiste nella troppo scarsa declività, che loro suol darsi nell' escavarne il letto, come ivi si può vedere.

## ANNOTAZIONE XIII.

(Al §. *Sminuendosi dunque*)

N*E' fiumi, che corrono in ghiaja, succedono continue escavazioni .... e replezioni.*

Per escavazione s'intende quì non già il distaccamento delle parti salde del fondo, su cui posano le ghiaje; ma il trasporto delle medesime ghiaje al tratto inferiore (che forse più propriamente direbbesi espurgazione, o disgombramento) siccome per replezione s'intende il succeder che fanno altre ghiaje nel luogo lasciato da quelle; e questi due effetti sono quelli, che tra loro si attemperano per tal modo, che il letto venga a stabilirsi in quella pendenza, che gli è necessaria. Ove poi per cagioni accidentali tal pendio venisse a sconcertarsi, se egli fosse scemato, si poserebbero stabilmente sul letto altri sassi fino a restituirgli la primiera inclinazione, servendo essi di letto a quelli, che vi scenderebbero per l'avvenire; e se si fosse aumentato, allora si distaccherebbono dal fondo quelli, de' quali saldamente era lastricato fino al detto segno, e non più oltre. Tali escavazioni, e replezioni, che si chiamano continue, non debbono però esserlo se non per quel tempo, in cui l'acqua ha forza bastevole a spignere le dette materie, che posano sopra il fondo.

## ANNOTAZIONE XIV.

(Al §. *E qui cade in acconcio*)

UN *caso possibile a succeder ne' fiumi, che corrono in ghiaja ec.*

E' da avvertire, che l'Autore poco dopo, cioè nel Corollario VI. della Proposiz. VI. vuole, che sotto questo caso si comprendano eziandio tutti que' fiumi, che hanno il fondo composto di parti staccate fra loro, cioè *sassi*, *ghiaja*, ed *arena*; e in fatti la dimostrazione, che ne adduce, si può applicare non meno alle sabbie grosse, che ad altre più grevi materie, che si depongan sul letto senza attaccarvisi.

## ANNOTAZIONE XV.

(Alla dimostrazione della Proposiz. VI.)

S*Ia il fondo A B quello, che a riguardo della forza dell'acqua, e della condizione della materia ec. si chiama stabilito.*

Cioè a dire, sia quello, che la natura esige per quel tal fiume, e che attese le dette circostanze si stabilirebbe, se ella avesse tempo bastante a stabilirlo, prima che nel fiume fosse portata nuova materia agl' interrimenti.

ANNO-

## ANNOTAZIONE XVI.

(Al Coroll. IV. della Proposizione VI.)

Q*Uanto maggiore di corpo sarà l'acqua ordinaria del fiume, sarà ancora tanto meno declive l'alveo.*

Da ciò si deduce non essere per sentimento dell'Autore limitato il tempo, in cui la forza dell'acqua è capace di spignere le materie sciolte, e staccate, che stanno sul letto, al solo stato delle massime escrescenze del fiume, ma potersi tal effetto aspettare in qualche grado anco nello stato ordinario dell'acqua; e con ragione, potendo in tale stato rimanere ad essa tanto di forza, che equivaglia a quella delle piene di un altro fiume, poste eguali tutte le circostanze, che debbono concorrere al detto effetto. E quindi anco si può inferire, che in tale supposizione un fiume perenne sarà sempre meno declive d'un temporaneo, ancorchè questo fosse eguale a quello di forza a' tempi delle massime piene dell'uno, e dell'altro, atteſochè nel perenne più lungo tempo durerà l'azione dell'acqua in tal grado, che basti a scemar la pendenza con isgombrare le materie deposte.

## ANNOTAZIONE XVII.

(Dopo il Corollario VI. Proposizione VI. §. *Per la stessa*)

U*N fiume . . . . portando acqua torbida, se non avrà esso tanta altezza di corpo d'acqua da tenere la terra sempre incorporata, necessariamente dovranno seguire delle deposizioni.*

L'altezza di corpo, che qui richiede l'Autore, affinchè non seguano deposizioni, è necessaria o in quanto con essa suol andar congiunta maggior velocità (che è quello, che principalmente qui si considera), o in quanto la maggior copia dell'acque, che non suol esser disgiunta dalla maggior altezza, può sostenere maggior quantità di terra; che è quello, di che egli passa a ragionare poco dopo nel §. *Non è la sola*.

## ANNOTAZIONE XVIII.

(Al medesimo §. *Per la stessa*)

E *Perciò nelle piene minori si mutano le cadute accrescendosi, e nelle maggiori sminuendosi.*

Ciò, che qui si dice del mutarsi le cadute, o sia le pendenze nelle varie piene d'un medesimo fiume, non è diverso da quello, che si è conchiuso nelle Proposizioni precedenti, e ne' loro Corollari in proposito delle materie sciolte, che scorrono sul fondo de' fiumi, senza incorporarsi coll'acqua, se non in ciò, che allora si esaminava come si formino le pendenze a' fiumi mediante l'escavazione, o piuttosto l'espurgazione delle dette materie, e qui si considera come i fiumi acquistino le pendenze per la deposizione di que' corpi più tenui, che scorrono mescolati coll'acqua. Poichè dunque le arene de' fiumi, se sono delle più grevi, si riducono alla prima delle dette due specie di corpi, e se delle meno grevi, alla seconda; e poichè si è veduto, che nell'uno, e nell'altro caso le piene maggiori d'un medesimo fiume hanno forza di accomodare il letto a minor pendenza, di quello che facciano le minori, ne segue, che generalmente ne' fiumi, che portano sabbia, se si misurerà la loro pendenza in tempi diversi, potrà questa trovarsi alquanto diversa, secondo il diverso grado delle ultime piene, che per essi saranno corse, purchè tutte le altre circostanze siano pari; ma tuttavia tal diversità sarà ristretta dentro certi limiti, corrispondenti alla massima, e alla minima forza, che possono aver avuta le dette piene nel produrre tali effetti; e però in questo, e non in altro senso si può intendere, che un fiume arenoso arrivi a stabilire la declività del suo letto.

## ANNOTAZIONE XIX.

(Al §. *Quale sia il grado*)

I*L Po, il quale nelle sue massime piene ha 35. piedi di altezza viva ec.*

Che il Po abbia nelle massime piene 35. piedi d'altezza, lo aveva eziandio detto l'Autore più sopra nel §. *Similmente* di

questo Capo V., e forse lo dedusse dalle misure prese in quel fiume al Ponte di Lagoscuro nella visita delle acque de' due Cardinali d'Adda, e Barberini dell'anno 1693., nella quale occasione (essendo il Po in grande altezza) si trovò il suo massimo fondo più basso appunto 35. piedi Bolognesi in circa de' segni delle sue piene maggiori. Ma che tale altezza fosse viva, vi ha luogo a dubitarne, atteso chè nè in quell'occasione fu ritrovata una tanta profondità in alcun altro de' diversi scandaglj fatti in quelle vicinanze, dove la larghezza è assai uniforme, nè dappoi in altre osservazioni replicate in que' contorni gli anni 1716., 1720., 1721., 1729. è mai stato trovato fondo così basso, con tutto che fra' segni delle massime piene succedute nel tempo di mezzo non si sia riconosciuto divario di alcun momento. E' ben vero, che in queste più fresche osservazioni si è ivi ritrovato qualche aumento di larghezza sopra quella, che allora fu misurata di piedi 700., e che l'Autore ha riferita nel detto §. *Similmente*.

## ANNOTAZIONE XX.

(Al medesimo §. *Quale sia il grado*)

R*Eno, e Tanaro, i quali non hanno, che 9., o 10. piedi d'altezza depongono l'arena fino però a formarsi il pendio rispetto a Reno di 13. in 14. once di caduta per miglio; ma non lasciano già la terra, nè meno l'arena sopra la detta pendenza.*

Che che sia della vera altezza delle piene del Reno, qui, ed altrove mentovate dall'Autore, e di quelle eziandio del Panaro (intorno a' quali fiumi dopo il tempo, in cui egli scrisse, si sono fatte nuove, e più accertate osservazioni), la pendenza, che egli dà al primo di 13. in 14. once per miglio, è scarsa, anzi che no, anche attese quelle sole livellazioni, che egli poteva aver vedute, e in fatti i detti due Cardinali nella relazione, o voto, che diedero intorno al recapito di quel fiume, la stabilirono col fondamento delle dette livellazioni di once 14., e due terzi, o di 14., e tre quarti, e da altre osservazioni, che poi sono state fatte nelle susseguenti visite, è risultata fors'anco alquanto maggiore. Tali divarj si ponno attribuire in parte alle fallacie delle misure, ma fors' anco in parte si debbono riconoscere da' diversi stati di pendenza, che il fiume può aver avuti in diversi tempi, secondo i varj gradi di quelle ultime piene, che precedettero le osservazioni, che ne furono fatte.

## ANNOTAZIONE XXI.

(Alla Proposizione VII.)

S*E ad un fiume sarà somministrata v. g. da' torrenti influenti tanta quantità di terra, o d'arena, che non possa tutta incorporarsi coll'acqua di esso ec.*

Con tutta ragione ha detto l'Autore, che di rado verrà il caso, che si verifichino i supposti di questa Proposizione, perciocchè l'acqua del fiume potrà ordinariamente sostenere quantità assai maggiore di terra, o d'arena sottile di quella, che possa esserle somministrata da' suoi influenti. E nel vero, se un influente con quel grado di velocità, e di agitazione, di cui egli è dotato, si suppone poter pur sostenere, e portare quella quantità di terra, che egli porta, e con essa entrare nel fiume recipiente, appena si può dubitare, che la medesima quantità di terra non possa esser sostenuta dal recipiente, che per l'ordinario suol esser fiume e più copioso d'acqua, e dotato di eguale, o di maggior grado di velocità per la sua maggiore altezza viva, la quale velocità dovrà poi anco aumentarsi col ricevere che egli farà le acque dell'influente. Non pare dunque possibile questo caso se non ove il recipiente fosse assai tardo di moto, e particolarmente ove fosse impedito dal rigurgito del mare; ma allora è difficile, che abbiano luogo gli altri supposti di questa Proposizione, cioè a dire, che l'impedimento duri sì lungo tempo, che la materia deposta non sia stata frattanto portata via dal fiume, prima che sopraggiunga altra piena del torrente, come l'Autore ha avvertito nel §. *Io non stimo*, che segue appresso.

ANNO-

### ANNOTAZIONE XXII.

( Dopo la Prop. VII. al §. *Questa Prop.* )

I*N alcuni luoghi si fanno per cause accidentali delle alluvioni nelle piene, che per altro non succederebbero fuori di esse, come a suo tempo si spiegherà.*

Vedine gli esempj, e le spiegazioni nel Capo X. §. *Abbiamo di sopra*, e §. *Lo stesso accade*.

### ANNOTAZIONE XXIII.

( Al §. *Dalle cose* )

D*Alle cose finora dette concernenti le deposizioni delle materie portate dall' acqua si potrebbero dedurre alcune proposizioni ec.*

In proposito de' letti de' fiumi stabiliti per deposizione di materia potrebbe nascere una difficoltà, ed è, che essendo questo caso comune più che altrove nella pianura, dove i fiumi trovando luoghi bassi, e paludosi, gli hanno uguagliati colle alluvioni, e fra questi si sono formati un letto con quella tenue pendenza, che, secondo la dottrina dell' Autore, poteva per l' appunto bastare a dar luogo alla velocità necessaria a non deporre più oltre la terra, o l' arena; ed essendosi detto, che appunto ove la pendenza è così scarsa, la cagione, da cui le acque riconoscono la loro velocità, non è la discesa, che succeda a cagione della detta pendenza, ma quasi unicamente l' altezza corrente dell' acqua, pare, che tali dottrine ripugnino una coll'altra. Ma tale apparente contraddizione si toglie considerando, che quel poco di velocità originata dalla discesa, che in tali casi in virtù della pendenza si mantiene tuttavia nel fiume, quando si paragoni colla velocità totale ( o se si vuole colla media ) di esso, può essere sì poca cosa, che non meriti di esser messa in conto, e però sta bene, che la detta velocità media si riconosca sensibilmente tutta dall'altezza; ma ciò non ostante può quell' atomo di velocità di più essere quello per l'appunto, che bisognava al fiume, per sostenere la materia terrea, ed arenosa, che egli porta, e però a conservare tal grado di velocità, e ad impedire gl'interrimenti, gli era necessaria quella tal misura di pendenza. Aggiungasi, che l' istessa altezza corrente, per le cose dette nella Annotazione XV. del Capo IV., e per quelle, che si diranno nel Capo VII., non produce velocità eguale, ove gl' impedimenti non sieno eguali, e però meno ne produce, ove è minore la pendenza, la cui scarsezza è uno de' più considerabili impedimenti. E però non ostante che la velocità si attribuisca più che ad altro all'altezza, la pendenza sempre vi ha parte nel fare, che questa la produca, o piuttosto la mantenga in maggiore, o minor grado, secondo che maggiore, o minore si trova essere la stessa pendenza.

# ANNOTAZIONI

## AL CAPO SESTO.

### ANNOTAZIONE I.

( Al Corollario II. della Proposizione II. )

L*'Acqua anch' essa . . . . se entrerà a scorrere sopra un piano con qualche direzione, ed impeto ec.*

Intendesi in questo luogo, che il piano sia inclinato, e che l' acqua vi entri con direzione obbliqua, cioè per linea non perpendicolare alla comune sezione di quel piano coll' orizzonte, affinchè si possa applicare all' acqua ciò, che l'Autore ha considerato ne' corpi solidi in questa seconda Proposizione, in ordine alla quale ci sarebbe occorso di notare qualche altra cosa, per trattare più accuratamente una tal materia; ma ciò ne avrebbe condotti troppo in lungo, nè per altro sarebbe stato di gran rilievo in ordine alla considerazione de' fiumi, che è il nostro principale assunto.

### ANNOTAZIONE II.

( Al Corollario III. della Proposizione II. )

B*En è vero, che in questo caso le ripe non si alzeranno egualmente, ma più si eleverà*

*verà in egual tempo quella, che risguarda la parte più alta del piano.*

Anche quando l'alveo si formasse dalla forza dell'acqua per escavazione, è manifesto, che la ripa, che risponde alla parte più alta del piano, dee rimanere più alta, e il fondo, oltre la sua pendenza per lo lungo del corso del fiume, dee pendere per traverso dalla parte più elevata del piano verso la più bassa, rimanendo concava lungo la ripa meno elevata, come facilmente si può intendere, considerando, che da questa parte si terrà il maggior corpo d'acqua, e vi escaverà con maggior forza.

## ANNOTAZIONE III.

(Al Corollario V. della Proposizione II.)

D*Opo di che finalmente si ridurrà a formarsi l'alveo paralello a G H* (Fig. 25.)

Può darsi, che la curvità dell'alveo si prolunghi tant'oltre, che prima di ridursi alla direzione G H, o s'incontri in un recipiente, in cui il fiume abbia il suo termine, o finisca il piano inclinato A D, per cui si supponeva scorrere, e un altro ne succeda in altra positura, il quale di nuovo obblighi il fiume a distornarsi per altre strade, senza poter mai giugnere a prender la detta direzione; e quindi è, che le linee degli alvei de' fiumi non sempre si veggono tirate per quel medesimo verso, secondo cui è diretta la linea della maggior declività delle pianure, per le quali camminano.

## ANNOTAZIONE IV.

(Alla Proposizione VII.)

E *Arrivato in B* (Fig. 30.) *incontri il resistente B E.*

Benchè l'Autore non abbia specificato cosa alcuna in ordine alla positura del resistente, di cui parla, nulladimeno dal contesto della sua dimostrazione, e dalla figura, a cui questa si riferisce, abbastanza si scorge intendersi da lui per resistente un riparo manufatto attaccato ad una delle ripe del fiume, il quale faccia con essa, e colla direzione del fiume un angolo ottuso, o almeno non acuto dalla parte superiore; e che tale sia il suo intendimento, si conferma da ciò, che espressamente dice nel §. *Intorno* dopo il Corollario V. di questa VII. Proposizione.

## ANNOTAZIONE V.

(Al §. *Intorno* dopo il Corollario V. della Proposizione VII.)

I*Ntorno alla direzione del resistente B E sarebbe molto da discorrere, e richiederebbesi un intero Trattato, tante ponno essere le di lei diversità.*

Oltre le diversità, che si ponno considerar ne' ripari, e ne' loro effetti a riguardo degli angoli, che essi fanno colla corrente del fiume tanto nel piano orizzontale, o paralello al fondo, quanto ne' piani verticali paralelli alle ripe (delle quali sole diversità prende l'Autore a trattare ne' seguenti Corollarj), altre ponno nascerne dalla diversa situazione, e pendenza del piano superiore, o dal ciglio di essi ripari rispetto al fondo del fiume; altre dalla figura rettilinea, o curva della base de' medesimi; altre da quella delle sezioni rette alla base di quella faccia, che essi presentano all'acqua; altre dalla materia più, o meno cedente, o resistente, di cui sono composti; altre dalla struttura, e legamento delle loro parti; altre da altre cagioni; e però con gran ragione ha egli detto, che tale argomento richiederebbe un intiero Trattato, e lo stesso ha dichiarato più sotto nel §. *Prima di levar mano*, protestando di non aver toccata che leggermente tal materia, nella quale in fatti non poco ha lasciato da desiderare. Ciò, che rende più difficile questa dottrina de' ripari, è, che ciascuna delle diversità addotte può avere le sue particolari ispezioni, non pure in ordine alla maggiore, o minor impressione, che possa far l'acqua nel riparo, ma anco in ordine alle alluvioni, o alle corrosioni, che possono seguire o superiormente, o inferiormente al medesimo, quando il fiume sia torbido; dal che può dipendere, che il lavoro non solo riesca in fatti più, o meno atto a resistere, di quello che sarebbe in riguardo

alla sola considerazione delle direzioni, o sia degli angoli; ma produca maggiore, o minore beneficio, deviando più, o meno il corso dell'acqua verso la sponda opposta.

Tuttavia per quello almeno, che riguarda la proporzione delle forze, o impressioni, che soffrono dall'acqua i ripari secondo i diversi angoli orizzontali, ne' quali essi sono inclinati alla corrente del fiume (considerando le dette impressioni come percosse istantanee, senza aver riguardo alle riflessioni delle linee dell'acqua, che debbono seguire nell'incontrare che fanno lo stesso riparo; il che turba grandemente le loro azioni per la resistenza, che fanno, e che scambievolmente ricevono le linee dirette, e le riflesse) si può vedere quello, che ne ha dimostrato il P. Abate Grandi nella Proposiz. XLI., e nelle seguenti del Libro II. del Movimento dell'Acque, e quel di più, che poi ha soggiunto nelle Proposizioni XLV., e XLVI. in ordine alla figura orizzontale più, o meno atta a resistere, potendosi dalla sua dottrina ricavare utilissimi avvertimenti, per giudicare degli effetti de' ripari, e per prescegliere in pratica più una, che un'altra forma. E specialmente giova sapere (ciò, che egli mostra ne' luoghi accennati), che data la lunghezza del riparo rettilineo, e la velocità dell'acqua, le impressioni, che questa fa sul riparo, sono come i quadrati de' sini delle inclinazioni di esso colla corrente; data l'inclinazione, e la velocità, sono come le lunghezze; e data la lunghezza, e l'inclinazione, sono come i quadrati delle velocità; dalle quali ragioni debitamente composte ne risultano le impressioni per tutti i casi possibili, avvertendo tuttavia, che queste fanno altro effetto in ordine allo scalzare il riparo, secondo che l'angolo dalla parte superiore è ottuso, o acuto, ancorchè abbia il medesimo sino, come ivi distesamente si spiega. Lo stesso argomento ha preso ad illustrare sopra i medesimi fondamenti il Sig. Tommaso Narducci, dottissimo Patrizio Lucchese, nella Parte X. del suo Libro sopra la forza dell'Acque correnti.

## ANNOTAZIONE VI.

(Alla Proposizione VIII.)

N*E' medesimi supposti . . . . se il resistente sarà composto di parti amovibili ec.*

Dalla considerazione de' ripari artificiali, che resistono al corso dell'acqua, passa l'Autore a quella degli altri ostacoli, che opponendosi al medesimo corso, non sono atti a resistergli, ma ne rimangono corrosi, quali sono le sponde medesime del fiume, quando si avanzano a ricever la corrente con qualche notabile inclinazione; nella qual materia si avverta poter cadere quasi tutte quelle medesime ispezioni, che abbiamo accennate nell'Annotazione precedente in ordine a' ripari; onde quì ancora potrebbe aver luogo un intero Trattato.

## ANNOTAZIONE VII.

(Alla stessa Proposiz. VIII. §. *Posciachè*)

F*inalmente si arriverà ad un angolo* (Fig. 35.) *K I D così acuto ec.*

In questo discorso la direzione K I si dee intendere così vicina alla ripa C D (a cui è paralella), che la porzione della ripa corrosa, e stabilita in I D, ancorchè curva, si possa sensibilmente riguardare come retta, e l'angolo K I D come rettilineo.

## ANNOTAZIONE VIII.

(Al medesimo §. *Posciachè*)

M*A perchè voltata questa direzione come in L O P* (Fig. 35.) *farà colla sponda un angolo minore di L M D ec.*

Quì per l'angolo L M D, che è mistilineo, si vuol intendere l'angolo rettilineo, che fa la direzione L M colla direzione M I, ovvero M F dalla sponda corrosa nel punto M, cioè l'angolo della retta M I colla tangente della curva G M D nel punto M.

ANNO-

## ANNOTAZIONE IX.

( Allo stesso §. *Posciachè* )

A*L quale in fine ( cioè quando la sponda sia stabilita in P* ) ( Fig. 35. ) *sarà eguale l'angolo O P M.*

Il punto P, che in questa figura è situato dentro la curva della sponda corrosa G M D, si vuol intendere sulla periferia della detta curva tra M, e F, e al detto punto dee terminare la linea O P, che rappresenta una linea d'acqua distornata dalla sua direzione L O M per la riflessione di essa fatta nella sponda D I M.

Tralascio altre Annotazioni a questa dimostrazione, che non ha forse tutta l'evidenza desiderabile. Vi sarebbe oltre di ciò da considerare l'effetto delle corrosioni, e la loro curvatura ne' piani verticali, o sia nelle sezioni delle ripe corrose perpendicolari al fondo del fiume, non avendoli l'Autore considerati che ne' piani orizzontali, o paralelli al fondo; ma la materia è inviluppata di tanta difficoltà, e tante sono le supposizioni, che conviene assumere per una tal indagine, che è difficile trattarne, se non in una certa generalità di poco uso nella pratica. Veggasi nulladimeno ciò, che con molta acutezza ne scrisse il Sig. Bernardino Zendrini, Matematico della Serma Repubblica di Venezia, nella Dissertazione pubblicata sopra questo argomento nell'Art. III. del Tomo XXI. del Giornale de' Letterati d'Italia pag. 105.

## ANNOTAZIONE X.

( Alla Proposiz. IX. §. *Sia dunque* )

E *Perciò lateralmente a C H* ( Fig. 37. ) *deporrà la torbida, e succederanno delle alluvioni, le quali colla loro altezza chiuderanno un sito lasciato basso da C in H ec.*

Cioè a dire, chiuderanno quel sito, sopra cui, per aver avuto corso l'acqua, non sarà seguita tanta alluvione, quanta nelle parti laterali al detto corso; e perciò sarà restato più basso. Vedi in questa materia della formazione degli alvei de' fiumi entro le paludi ciò, che si dirà più sotto nel Capo XIII., e specialmente nell'Annot. III.

## ANNOTAZIONE XI.

( Dopo la Prop. IX. al §. *Ecco dunque* )

FRa le conseguenze, che traggono seco le perpetue, e mutabili tortuosità degli alvei de' fiumi, che portano ghiaje, e sassi, una si è il raccorciamento, o il prolungamento, che in virtù di tali mutazioni va succedendo delle loro linee, con che dee necessariamente andar connesso l'abbassamento, o l'alzamento del loro letto nel tratto superiore; la qual differenza di altezza può essere assai notabile, per poco che la linea predetta si sia raccorciata, o allungata, attesa la gran pendenza, che hanno i fiumi, ove portano sì fatte materie.

Quindi si spiega, come in tali siti si veggano alle volte grandissime piagge, o greti ricoperti, anzi composti di sassi, e in tal quantità, e situazione, che manifestamente fa scorgere non essere stati colà sbalzati ( come talvolta succede ), ma depositivi dalle fiumane, e per conseguenza soverchiati allora dalle medesime, i quali ciò non ostante sopravanzano di qualche piede sopra la superficie delle maggiori escrescenze, contuttochè niuna manifattura sia stata fatta nel fiume, per cui tali spiagge dovessero rimanere più alte di quel che erano, quando egli le produsse colle sue alluvioni. In tal caso, se si osserverà il fiume nelle parti inferiori, si vedrà aver fatto la natura ciò, che l'arte non ha fatto, cangiandone il corso col fargli abbandonare qualche svolta, per cui si aggirava, e coll'abbreviarne in tal modo la linea come per un taglio naturale. Al contrario, se in simili tratti sassosi si vedessero le piene cominciare a riuscir molto più alte di quello che solevano, senza che però altra manifesta cagione vi concorresse, si potrebbe aspettar di trovare, che nelle parti inferiori il fiume stesso si fosse deviato dalla primiera sua strada, per prenderne alcun'altra più tortuosa. Qualche cosa di simile può anco avvenire ne' fiumi, che portano pura sabbia senza ghiaja; ma allora nè è sì facile, che i cangiamenti naturalmente seguiti in lunghezza siano molto grandi, nè a tali cangiamenti può corrispondere molto notabil divario nello sta-

to

to del fondo superiore, per essere le pendenze de' fiumi arenosi molto minori di quello che sieno ne' tratti sassosi.

## ANNOTAZIONE XII.

( Al §. *Passando ora* )

I *Fiumi retti mantengono più scavato il loro letto, i tortuosi meno.*

Questo solo vantaggio, che hanno i fiumi retti sopra i tortuosi, e che l'Autore prova nel seguente §. (non mettendo nè pure in conto il muscire il retto più veloce del tortuoso a cagione delle minori resistenze) parmi di tal momento, che ben si possa contrapporre a qualunque altro vantaggio possa essere addotto a favore della tortuosità degli alvei.

## ANNOTAZIONE XIII.

( Al §. *Per esempio* )

L *A tortuosità dunque in questo caso potrà ben fare elevar il pelo dell'acqua, ma non il fondo dell'alveo.*

Cioè a dire la tortuosità, che segua in un tratto d'alveo orizzontale, che prima era retto, potrà ben fare, che in qualsivoglia dato punto del tratto superiore alla nuova tortuosità la superficie delle piene si mantenga più alta di quel che era, quando il fiume camminava retto; ma non potrà già fare, che ivi il fondo del fiume divenga più elevato di prima. L'istesso dovrà dirsi ove ad un fiume orizzontale venga ad allungarsi la linea per protrazione seguita della spiaggia del mare, in cui egli abbia lo sbocco. In fatti ne' rami del Po, ne' quali può dirsi, che egli cammini con alveo orizzontale, vi sono indizj di alzamento di pelo delle piene dopo la protrazione succeduta delle alluvioni, che sono alle loro foci, ma non così di alzamento di fondo; anzi nel ramo d'Ariano ve n'ha piuttosto di abbassamento.

## ANNOTAZIONE XIV.

( Al §. *Io credo assai probabile* )

S *E si avvertirà, che i fiumi, che scorrono per le pianure, hanno in gran parte bisogno d'argini, che vuol dire, che senza di essi sarebbero soggette le campagne all'inondazione ec.*

E' da avvertire, che la necessità di arginare i fiumi, che scorrono per le pianure, nasce talvolta da protrazione seguita del loro alveo, o per natural corso, o per arte, oppure da mutazione di sbocco congiunta con diminuzione di pendenza. Tali accidenti ponno fare, che un fiume, il quale correva in altri tempi tutto incassato fra terra colla superficie delle sue piene, cominci a spandere sopra le campagne, e ad aver uopo d'argini; e però l'essere un fiume arginato non è segno infallibile, che la campagna, per cui scorre, sia prodotta dalle alluvioni delle sue torbide, almeno per tutto quel tratto, per cui è fiancheggiata da argini. Questo è ciò, che è accaduto a' fiumi della Romagna, molti de' quali si veggono ora arginati, incominciando a poche miglia sotto la via Romana, contuttochè certamente si sappia (almeno rispetto a qualcheduno di loro) che in tali siti, non ha molto, non vi era bisogno d'argini.

## ANNOTAZIONE XV.

( Al §. *Egli è manifestissimo* )

A *Ccidente, che fa, che il piano di esse resti in molti luoghi più declive, e finalmente più basso del fondo de' fiumi.*

In questo effetto ancora può aver parte o la protrazione seguita della linea del fiume, o la mutazione del suo sbocco, come nella Nota precedente.

## ANNOTAZIONE XVI.

( Al §. *Quindi è* )

Q *Uindi è, che per essiccare gli stagni, e paludi ec.*

Tutto ciò, che accenna l'Autore in ordine all'essiccazione delle campagne inon-

date in questo, e nel seguente §. viene da lui trattato più di proposito nel Capo XIII., e parte nel Capo XII. di quest' Opera.

ANNOTAZIONE XVII.

( Al §. *Giacchè siamo entrati* )

E*Ssendo le campagne disposte a scolarsi sopra il pelo basso dell' antica padusa, che era orizzontale a quello del mare ec.*

L' antica padusa, cioè il Po disarginato, ed espanso per le campagne con tutta ragione si suppone dall' Autore essere stato col suo pelo basso orizzontale a quello del mare (almeno sensibilmente), dappoichè si vede, che anche il Po ristretto fra argini, accostandosi agli sbocchi, porta ora per lunghissimi tratti il suo pelo infimo quasi di livello con quello del mare.

# ANNOTAZIONI
## AL CAPO SETTIMO.

### ANNOTAZIONE I.

( Al §. *E qui prima* )

S*Upposto, che A B* ( Fig. 39. ) *sia l' altezza dell' acqua, che esce dal fonte le velocità saranno disposte nella parabola B A C.*

Ciò è accidente, perchè appunto nella parabola le ordinate B C, D E, e tutte le altre sono, per la proprietà essenziale di questa curva, nella ragione dimezzata delle ascisse A B, A D, che sono le altezze dell' acqua sopra ciascuna delle parti di una medesima perpendicolare, cioè (secondo le cose dette nel Capo I. Annotazione LIV.) in ragione delle velocità delle dette parti. Il parametro di questa parabola è arbitrario, e per conseguente le misure assolute delle velocità espresse per B C, D E sono indeterminate, nè mostrano le velocità assolute, ma solamente le rispettive, o sia la proporzione delle velocità, che è quella degli spazj scorsi da ciascuna parte dell' acqua in un medesimo tempo, qualunque egli sia. Se si volesse prender un tempo determinato, v. gr. un minuto d' ora, e per esperienza fosse noto in qualche misura, come d' once, di piedi, ec. lo spazio B C, che in tal tempo può descrivere una particella d' acqua colla velocità della pressione corrispondente all' altezza A B, nota anch' essa nelle medesime misure (tali sperienze per le cose altre volte dette non si dovrebbero fare nelle sponde de' vasi, ma si vorrebbe trovar modo di farle nelle stesse sezioni de' fiumi orizzontali) allora il parametro della parabola sarebbe la terza proporzionale dopo le due A B, B C, e tutte le ordinate esprimerebbero gli spazj corrispondenti alle velocità sotto l' altezza A D per lo stesso tempo d' un minuto, cioè le velocità assolute delle diverse parti dell' acqua.

### ANNOTAZIONE II.

( Al §. *Per la stessa ragione* )

O*Gni volta che la velocità media si diminuisse, converrebbe, che l' altezza della sezione, della quale si suppone invariata la larghezza, si facesse maggiore.*

E' manifesto, che diminuita la velocità media d' una sezione d' un fiume orizzontale, tutte le altre più vicine all' origine, e la stessa vasca; onde l' acqua si somministrerebbe al fiume, dovrebbero crescer d' altezza fino a che per le sezioni così rialzate potesse passare la stessa quantità d' acqua di prima. Quanto poi alle altre sezioni susseguenti dopo quella, a cui fosse apposto l' impedimento, dovrebbe ciascuna di esse (posto che non si incontrassero inferiormente nuovi impedimenti) serbare l' altezza primiera, appunto come succederebbe, se quella sezione, a cui l' impedimento è adattato, fosse più angusta dell' altre

altre, che seguono andando verso lo sbocco. Solamente nello scender dell'acqua dalla parte superiore impedita all'inferiore non impedita si farebbe una cascata d'acqua; ma di sotto a questa equilibrandosi di nuovo l'acqua sopra il fondo orizzontale, ripiglierebbe il suo corso, portando la superficie, o inclinata, o orizzontale che fosse, nella positura di prima. Quale poi dovesse essere la linea curva rappresentante le velocità delle diverse parti d'una sezione, o sia d'una perpendicolare di essa nelle sezioni impedite, dipenderebbe dalla qualità, e dalla situazione degl'impedimenti.

## ANNOTAZIONE III.

( Al §. *Come per esempio* )

T*Utto ciò si dee intendere non solo ne' casi . . . . ma ancora in quelli, ne' quali le velocità d'una perpendicolare sono terminate di sua natura dall'arco d'un segmento parabolico.*

Può questo caso aver luogo anco ne' fiumi orizzontali, quando la superficie sia affetta di qualche grado di velocità dipendente o da discesa precedentemente fatta, o pure da una semplice pressione, che le abbia comunicata la velocità predetta, come nel caso, che il fiume non isgorgasse, come è solito, dal labbro aperto della vasca, onde ha origine, ma da una luce sommersa sott'acqua nella sponda di essa, come si è detto nell'Annotazione III. del Capo V. Ma il caso più frequente è ne' fiumi inclinati, mentre in questi dipendendo le velocità dalla discesa, se A B (*Tav. 16. Fig. 66.*) sarà il livello dell'acqua nel ricettacolo, onde ha origine il canale C E D, la cui superficie corrente sia M K F N, prolungata la perpendicolare E F, che è l'altezza dell'acqua in una delle sue sezioni, fino al detto orizzonte in B, e descritta coll'asse B E, e col vertice B una parabola B I G, tirando per F l'applicata F I, sarà l'arco parabolico I G quello, a cui termineranno le velocità di tutti i punti della perpendicolare E F, purchè le dette velocità non siano state scemate dagl'impedimenti. Ove è da avvertire, che si potrebbe eziandio ne' fiumi inclinati considerare le sezioni perpendicolari non già al fondo, come le considera il nostro Autore, ma all'orizzonte, come il P. Abate Grandi nel suo Trattato del Movimento dell'Acque. Come se dal punto del fondo E si alzasse la linea verticale E K, e si prolungasse fino al detto orizzonte in P; e quindi sopra P E, come asse, si descrivesse col vertice P una parabola, anche in questa l'arco, che resterebbe compreso fra le ordinate al detto asse tirate per li punti E del fondo, e K della superficie, sarebbe il termine, o, come suol dirsi, la scala delle velocità di ciascuna parte dell'acqua fra E, e K.

Per applicare dunque al caso de' segmenti parabolici ciò, che l'Autore ha poc'anzi detto delle parabole intere, se supporremo, che giunto il fiume inclinato C M F E alla sezione E F, le velocità tra E, ed F venissero ritardate, talchè più non terminassero all'arco parabolico G I, ma, a cagione d'esempio, alla curva S T, certo è, che non potendo tutta l'acqua del fiume smaltirsi sotto l'altezza E F, converrebbe, che si alzasse come fino in R per modo, che le velocità, che in tali circostanze potrebbe concepire quella sezione fra i punti F, e R, terminassero anch'esse ad una curva S Q, la quale insieme coll'altra S T chiudesse lo spazio S Q R F eguale al difetto S T G I dal trapezio parabolico F I G E; onde lo spazio totale R Q T E uguagliasse lo spazio E G I F, se pure al crescer dell'altezza della sezione non si facessero alquanto maggiori anco le velocità tra F, ed E; nel qual supposto la curva S T si cangerebbe, accostandosi alquanto più ad I G, e l'alzamento F R riuscirebbe un poco minore, cangiandosi però eziandio qualche poco l'altra porzione di curva Q S; e ciò non potrebbe succedere, se non quando ad uguagliare il difetto S T G I si richiedesse maggior altezza di quella, che può bastare a produrre colla sua pressione tra F, ed E una velocità media eguale alla media fra tutte le comprese nello spazio F S T E secondo le cose stabilite nel Capo IV. Intorno alla natura della curva Q S T, vedi più sotto all'Annotazione X. di questo Capo.

## ANNOTAZIONE IV.

( Al medesimo §. *Come per esempio* )

*Le somme delle velocità saranno eguali tra loro, dovendo sempre equivalere alla parabola A B C.*

Cioè a dire, dovendo sempre equivalere ad uno spazio costante, o sia questo espresso per una parabola, o per un segmento parabolico nel modo ora spiegato; e la necessità di tale equivalenza è manifesta, perciocchè le somme, o i complessi delle velocità debbono sempre rappresentare una stessa costante quantità d'acqua, cioè quella, che il fiume scarica in un medesimo tempo per ciascuna delle sue sezioni.

## ANNOTAZIONE V.

( Al §. *Di nuovo* )

L'Altezza N B della Figura 43., a cui questo passo si riferisce, si vuole intendere eguale all'altezza N B della 42. (benchè ciò nelle Figure sia male espresso) corrispondendosi tra loro nell'una, e nell'altra i punti N, N, come pure i punti B, B, e la curva N O P dee parimente essere la medesima nell'una, e nell'altra; perciocchè l'intendimento dell'Autore è di mostrare come le velocità, che senza gl'impedimenti avrebbe l'acqua corrente sotto l'altezza A B della Fig. 42., e che vengono rappresentate per la parabola A B C, trovandosi raffrenate dagl'impedimenti, i quali di loro natura sarebbero atti a ridurre la scala delle velocità al solo spazio A E D, si ristorino mercè l'alzamento A N, che dovrà seguire di quella sezione; talmente che se non fosse l'aderenza delle parti dell'acqua, le velocità verrebbero a terminare alla curva N O P, e a comprendere lo spazio N O P B eguale alla parabola A B C; ma attesa la detta aderenza vengono obbligate (senza cangiar punto l'altezza acquistata N B) a ridursi alla curva V O S della Figura 43. eguale anch'essa alla detta parabola, o sia allo spazio N O P B dell'una, e dell'altra figura, e con ciò a toglier in parte la convessità della curva N O P, a cui senza la predetta viscosità si sarebbero ridotte.

## ANNOTAZIONE VI.

( Al §. *Tre dunque* )

*Quando il fondo del canale è orizzontale . . . . la linea regolatrice, parlando teoricamente, dovrebbe essere perfettamente parabolica.*

Conviene ristrignere questa asserzione a' soli casi di que' canali, che nelle Annotazioni del Capo V. abbiamo chiamati perfettamente orizzontali, cioè ne' quali la superficie è veramente senza alcun moto, potendo darsi, che supposto ancora il fondo orizzontale, la superficie corra con notabile velocità, e ciò non meno in caso, che ella sia paralella al fondo, che essendo inclinata; e allora la velocità terminerebbe ad un segmento di parabola, come si può dedurre da ciò, che, distinguendo le diverse circostanze, e posti sempre da parte gl'impedimenti, nel detto luogo si è mostrato.

## ANNOTAZIONE VII.

( Al detto §. *Tre dunque* )

*Praticamente la figura, che forma la somma delle velocità, sarà sempre eguale ad una semiparabola, ed avrà l'asse tanto maggiore, quanto le resistenze saranno maggiori.*

Cioè a dire sarà sempre eguale a quella semiparabola, che avrebbe per asse l'altezza, sotto cui potrebbe passare tutta l'acqua per quella sezione, se punto non fosse impedita; la qual altezza sempre è minore di quella, per cui vi passa essendo impedita, e l'asse di tal figura, cioè l'altezza dell'acqua, sarà tanto maggiore, quanto maggiori saranno le resistenze. Da ciò segue, che quando la figura predetta delle velocità fosse anch'essa esquisitamente un'altra semiparabola, il parametro di essa sempre sarebbe minore di quello della parabola, a cui terminerebbero le velocità libere; non potendo due parabole, che abbiano l'asse su la medesima retta, e la base parimente su un'altra retta comune, esser eguali fra loro, se non si tagliano, nè potendo tagliarsi, se quella, il cui vertice è più lontano dalla base, non è meno ampia, cioè a dire di minor parametro dell'altra.

ANNO-

## ANNOTAZIONE VIII.

( Allo stesso §. *Tre dunque* )

Q*Uindi è, che se le predette resistenze saranno diseguali, e maggiori nel principio, e minori nel fine dell'alveo, dovrà andarsi diminuendo l'altezza dell'acqua, la cui superficie perciò sarà inclinata dalla parte del corso.*

Questo si dee verificare, se non erro, in ogni caso possibile di fiumi con fondo orizzontale; o abbiano essi la superficie in tutto, o in parte orizzontale, o inclinata, e qualunque sia la positura dell'orizzonte dell'alveo, cioè o sia questo più alto, o più basso del pelo del recipiente, anzi può servir di regola generale eziandio per li fiumi di fondo inclinato, purchè tutto steso in un piano, e con larghezza uniforme. Imperocchè gl'impedimenti, di qualunque natura si suppongano, e qual siasi la cagione, da cui dipendono, sempre equivagliono, in ordine all'effetto, che ponno produrre nel corso dell'acqua, a diminuzione di larghezza nelle sezioni impedite; e però siccome un fiume, le cui sezioni fossero di mano in mano più larghe andando verso lo sbocco, porterebbe il pelo d'acqua di mano in mano più basso, cioè a dire inclinato a seconda del corso, così pure dovrà egli fare, ove, essendo le larghezze eguali, ritrovi gl'impedimenti gradatamente minori.

## ANNOTAZIONE IX.

( Al medesimo §. *Tre dunque* )

M*A se le medesime resistenze continuassero sempre d'una maniera uniforme, sarebbe necessario, che le altezze dell'acqua sopra il fondo del canale fossero per tutto eguali, supposta eguale la larghezza di tutte le sezioni.*

In questa asserzione stimo, che l'Autore intenda di comprendere solamente que' fiumi, che hanno non pure il fondo, ma eziandio la superficie orizzontale, i quali si è veduto nel Capo V. esser possibili in natura, e de' quali soli ha egli dimostrato le proprietà nel suo Libro della Misura dell'Acque correnti. In questi deve esser vero, che le resistenze, o sia gl'impedimenti sempre continuati d'una maniera uniforme non farebbero, che la superficie divenisse mai altro che orizzontale; ma ove si trattasse di alvei orizzontali con superficie inclinata (casi anch'essi possibili, come ivi si è mostrato) non veggo, che l'egualità, o uniformità degl'impedimenti dovesse necessariamente produrre questo effetto di togliere alla superficie ogni pendenza, e renderla orizzontale.

## ANNOTAZIONE X.

( Al §. *Il secondo caso* )

M*A mettendo a conto le resistenze, secondo le diverse attività di queste acquisterà diversa natura, e bisognerà sempre, che le linee delle velocità d'una perpendicolare formino una figura eguale al detto segmento.*

Parla qui l'Autore de' canali inclinati; nel qual caso già si è detto, che la scala delle velocità di sua natura dovrebb'essere un segmento parabolico E G I F (*Tav. 16. Fig. 66.*). Se dunque supporremo, che un tal canale incontri delle resistenze, che ne scemino le velocità, e ne facciano alzare la superficie F, a cagion d'esempio, fino in R, onde le velocità attuali della sezione E R (le quali velocità, rispetto alla parte inferiore F E, si vogliono supporre non punto accresciute per l'alzamento F R) terminino alla scala Q S T, sarà questa la curva, di cui intende parlare in questo luogo l'Autore, e di cui dice, che acquisterà diversa natura, secondo la diversa attività delle resistenze, senza determinar altro intorno ad essa.

L'Ermanno nel Libro II. della Foronomia al §. 420. mettendo a conto que' soli impedimenti, che l'acqua riceve dalle asprezze uniformi del fondo, e delle sponde in quella sola sezione, di cui si tratta (senza aver riguardo alle diminuzioni di velocità già seguite per l'incontro di altri eguali, o talvolta maggiori ostacoli nelle sezioni superiori), e prendendo per ipotesi, che ciascuna delle dette due cagioni operi in ogni parte dell'acqua con resistenze, che siano in ragione delle velocità attuali di esse parti, ricerca la natura della curva,

va, o scala delle velocità T S Q, e trova di bel nuovo una parabola, ma il cui asse non è sulla retta E B, ma sopra una paralella ad essa, più vicina all'origine del fiume, e il vertice resta superiore al livello dell'origine A B. Ma l'incertezza, che egli medesimo confessa di tale ipotesi, e il non aver egli considerato poter essere la velocità già scemata nel tratto superiore della discesa, fanno, che in pratica non possa il suo metodo essere di alcun uso.

Parmi dunque, che più s'accosti al giusto la dottrina del Padre Abate Grandi, il quale nella Proposizione XXX. del libro II. del movimento delle acque figurando un'orizzontale come V L tanto più bassa del livello dell'origine del fiume A B, quanto richiede la diminuzione della velocità della superficie R da quella, che senza gl'impedimenti avrebbe acquistata per la sua discesa totale da A B fino in R, vuole, che il predetto orizzonte V L, che egli chiama *origine equivalente del fiume*, dia regola alle velocità di tutti gli altri punti della sezione, facendole terminar di nuovo ad una parabola, il cui asse coincida colla perpendicolare della sezione, e il vertice sia nel detto orizzonte dell'origine equivalente. E però se le sezioni si prenderanno, come il Sig. Guglielmini le prende, perpendicolari al fondo ( perocchè il Padre Grandi suol farle perpendicolari all'orizzonte ) sarà la curva T S Q un arco di parabola, il cui asse sarà nella retta E R, e il vertice in V, e questa parabola sarà, secondo che egli suppone, la medesima, che la B I G, la quale rappresenterebbe le velocità intere della discesa senza gl'impedimenti, riuscendone solamente diversa di posizione.

Seguendo questa ipotesi, se supporremo nota la linea B R, che determina la distanza della superficie della sezione dall'orizzonte dell'origine reale del fiume B, e se in oltre ci sarà nota con qualche artificio la velocità attuale della detta superficie in R, cioè lo spazio, che colla detta velocità si può scorrere in un tempo dato, come d'un minuto, per trovare il punto V dell'origine equivalente, si tirerà R Q perpendicolare ad E R, ed eguale al detto spazio, e si descriverà col vertice B la parabola B I G di tal parametro, che le sue applicate, come E G, sieno eguali agli spazj, che rispondono in un minuto di tempo alla velocità dell'acqua, che esce da un vaso sotto le altezze delle ascisse B E. Quindi tirando per Q la retta Q Z paralella ad R B, la quale incontri la parabola B I G in Z, e per Z la Z H ordinata all'asse B R, e per fine prendendo di sopra ad R la retta R V eguale ad H B, sarà il punto V l'origine equivalente del fiume, e da esso come vertice si descriverà all'asse V E col medesimo parametro di prima la parabola V Q S T, il cui segmento R Q T E esprimerà le velocità attuali dell'acqua fra R, ed E, e sarà eguale al segmento delle velocità intere I F E G. La medesima costruzione si può adattare a' fiumi orizzontali, ne' quali la superficie corra con qualche considerabile velocità originata da antecedente discesa, o pressione, e si supponga ritardata da impedimenti incontrati. Ma per la pratica senza cercare l'origine reale B del fiume, basterà sapere medianti sperienze ben certe quanta sia l'altezza dell'acqua, che risponde allo spazio R Q dovuto alla velocità della superficie del fiume, la quale velocità si suppone osservata; e tanta sarà la retta R V, che determina il punto V vertice della parabola da descriversi per lo punto Q intorno all'asse V E.

In questo discorso si prende per supposto, che le velocità di quella sezione, di cui si tratta, ancorchè impedita, è rialzata di superficie, debbano necessariamente essere in tal guisa distribuite in ciascuna parte dell'acqua, che terminino ad un arco di parabola, e della medesima parabola, a cui terminerebbero nelle sezioni libere; del che eziandio pare si possa dubitare, potendo gl'impedimenti essere per avventura così ineguali, e così inegualmente applicati alle diverse parti di una stessa perpendicolare, che la scala delle velocità non debba serbare una tal figura. Ciò non ostante la sostituzione, che si fa d'un'origine equivalente in luogo della reale, corrispondendo in qualche modo alla diminuzione della velocità della superficie cagionata da tutte le resistenze superiori, parmi ben pensata; e per altro ove nella sezione non concorresse altro impedimento, che quello de' soffregamenti,

stime-

ſtimerei, che ciò non doveſſe alterare di molto la figura parabolica della ſcala delle velocità, ſe non nelle parti più vicine al fondo, e nelle perpendicolari della ſezione, che ſono accanto alle ſponde.

Maggior difficoltà parmi, che ſia in un altro ſuppoſto, che pur convien fare, cioè che data la velocità della ſuperficie R per l'oſſervazione, ſi poſſa ſapere la diſceſa V R dall'origine equivalente V, a cui tal velocità corriſponde, non potendoſi, come più volte abbiamo avvertito, affidare in ciò nè della tavola data dal Signor Guglielmini, nè d'alcun' altra ſperienza fatta ne'vaſi, per le ragioni dedotte nel capo primo, e nel quarto; e per ciò ſe al fiume, o canale, di cui ſi tratta, foſſe poſſibile adattare un regolatore, ſarebbe queſto il miglior modo per accertarſene, mentre calando la cateratta fino alquanto ſotto il punto della ſuperficie R; l'acqua ſi dovrebbe elevare dalla parte ſuperiore alla cateratta, appoggiandoſi ad eſſa; e allora rialzando queſta di nuovo a poco a poco, e fermandola in ſito, che colla parte di ſotto riſpondeſſe al punto R della primiera ſuperficie, dovrebbe ciò non oſtante l'acqua trattenuta reſtare alquanto alta ſopra il detto punto R, e ridotta che foſſe allo ſtato di permanenza, dovrebbe preciſamente equilibrarſi nelle ipoteſi dell'Autore all'orizzonte L V, e ſegnare colla ſua ſuperficie nella cateratta il punto V, cioè l'origine equivalente del fiume, e il vertice della parabola V Q S T rappreſentante le velocità della ſezione R E ſecondo il diſcorſo predetto.

## ANNOTAZIONE XI.

( Al §. *Il terzo caſo* )

S*Uppoſto A B* (Fig. 44.) *l'altezza dell' acqua ec.*

A maggior dilucidazione di quanto eſpone qui l'Autore nel terzo caſo, che egli reputa il più comune, anzi ne' fiumi raſſettati di corſo quaſi univerſale, cioè quando eſſendo il fiume qualche poco declive, tuttavia le ſue ſezioni hanno tale altezza viva ( acquiſtata di mano in mano coll'alzamento ſeguito della ſuperficie per gl'impedimenti incontrati nel tratto ſuperiore ) che poſſa imprimere qualche grado di velocità alle parti inferiori dell'acqua delle dette ſezioni, ma non così alle ſuperiori, ſerbando queſte ſolamente quel grado, che loro è reſtato per la diſceſa fatta; ſia A B quell'altezza, ſotto cui in tale ſtato corre la ſezione, e ſotto cui ſeguiterebbe tuttavia a correre, ſe non le ſi affacciaſſero nuovi oſtacoli atti a ſcemarne la velocità; e pongaſi, che le parti ſuperiori dell'acqua da A fino in D abbiano ritenuti tali gradi della velocità acquiſtata per la diſceſa, che la velocità del punto D ſia per l'appunto eguale a quello, che può produrre l'altezza A D. Eſpreſſa dunque la velocità del punto D per la retta D E perpendicolare alla A B, ſe intorno all'aſſe A B ſi deſcriverà per lo punto E la parabola A E C B, ſiccome la velocità D E vien prodotta dall'altezza A D, così ogni altra velocità de' punti fra D, e B non potrà eſſer maggiore di quella, che poſſa produrre l'altezza della ſuperficie A ſopra quel punto; onde tutte le velocità di ſotto a D ſi dovranno riconoſcere come effetto della detta altezza, e la ſcala delle velocità dal punto E in giù ſarà la parabola E C, o poco diverſa da eſſa, come di ſopra ſi è moſtrato nel primo caſo. Ma quanto alle parti ſuperiori fra A, e D, le velocità delle quali ſi ſuppongono dipendere dalla diſceſa, termineranno queſte, per le coſe dette nel ſecondo caſo, almeno a un dipreſſo ad un ſegmento parabolico F E, il cui vertice ſarà ſituato in qualche punto dell' aſſe B A di ſopra ad A, e ſarà quello, che chiamaſi origine equivalente del fiume. Tali dico ſarebbero le due curve rappreſentanti le velocità delle parti A D, D B, ſe per un momento s'intendeſſero durare nel loro ſtato; ma opponendoſi a ciò la reſiſtenza degl' impedimenti, che di bel nuovo ſi ſuppone incontrarſi dal fiume in quella ſezione, obbligheranno l'acqua ad alzarſi; e ſe la reſiſtenza ſarà tale da diſtruggere del tutto le velocità della diſceſa ( come l'autore ſuppone in queſto luogo ) dovrà l'alzamento A G eſſere tanto, che la ſomma delle velocità, le quali in tale ſtato potrà concepire ciaſcuna parte dell'acqua nella ſezione rialzata, compiſca un'intera parabola eguale alla figura

A F E C B

A F E C B, come B G K; il quale accrescimento egli chiama tuttavia insensibile, perciocchè per poco che sia, aggiugnendosi velocità a tutte le parti dell'acqua, la parabola B G K sarà più ampia della A E C, e in gran parte supplirà coll'accrescimento delle velocità, e nel resto coll'altezza al difetto A F E; ma se la resistenza predetta non sarà bastante a distruggere affatto la velocità della discesa delle parti superiori, allora dovrà nella superficie G (*Tav.* 16. *Fig.* 67.) della sezione rialzata, e nelle parti vicine ad essa restar tuttavia qualche poco di velocità; onde esprimendo questa per la retta G V, dovrà la G V chiudere la figura curvilinea G V K B eguale alla A F E C B, e la curvatura V K sarà di nuovo composta di due archi parabolici V T, T K, il primo de' quali V T sarà la scala delle velocità della discesa residue nel punto G, e negli altri vicini alla superficie, e questa parabola avrà il vertice in un punto, come R, superiore a G, e posto nella medesima retta B G, che sarà per un tale stato l'origine equivalente del fiume, e l'altro arco T K sarà la scala delle altre velocità delle parti inferiori della sezione, e questa avrà il vertice in G; avvertendo solo, che tanto nell'uno, quanto nell'altro supposto l'ineguale distribuzione, e la diversa positura delle resistenze predette non lascierà, che le scale delle velocità serbino esattamente le dette figure paraboliche, come già si disse nelle Note antecedenti.

Da ciò si raccoglie, che quando nel proseguimento del corso del fiume la diminuzione delle velocità della discesa è divenuta assai grande, le due parabole V T, T K si potranno riguardare come una sola, la quale abbia il suo vertice o nel punto della superficie G, o nel punto R, che insensibilmente ne sarà lontano; nè si potrà commettere grave errore scambiando uno per l'altro questi due punti, e riconoscendo tutta la velocità della sezione dalla sola altezza, come si disse nel Capo IV.

## ANNOTAZIONE XII.

(Al §. *Tutto ciò*)

*Siccome per lo più è vero in fatti, che le acque de' fiumi sono più veloci nel mezzo, che in altri luoghi ec.*

Di molto uso sarebbe nella pratica avere metodi ben sicuri, per misurare le velocità di ciascuna parte dell'acqua delle sezioni de' fiumi, perocchè ciò servirebbe o di riprova, o di eccezione alle ipotesi, che or l'una, or l'altra si assumono in ordine ai principj delle dette velocità, e alla distribuzione di esse, o sia nelle diverse perpendicolari d'una medesima sezione, o sia nelle diverse profondità d'una stessa perpendicolare. Il P. Abate Grandi nel Libro I. del suo Trattato del Movimento delle Acque enumera varj artifizj sopra ciò inventati dagl'Idrometri. Per misurare la velocità della superficie non si può gran fatto errare misurando lo spazio corso in un tempo noto da un galleggiante gettato sopra di essa, purchè egli o niente, o insensibilmente sopravanzi la superficie, onde il vento non vi abbia sopra alcuna presa; ma per tal modo non si può conoscere altro, che al più la velocità del filone; perocchè simili corpi, ancorchè posti fuori di esso, tosto, o tardi vi si riducono, se non quanto alcuna volta distornandosene nelle varie direzioni, che egli va prendendo fra le tortuosità del fiume, lasciano dubbiosa anche questa determinazione. Il metodo di raccorre per un dato tempo l'acqua del fiume in un vaso, nel quale entri per un foro or più, or meno sommerso sotto la superficie con quello strumento, che propose il fu Sig. Giuseppe Antonio Nadi in occasione delle visite del Po, e che il P. Grandi chiama fiasca idrometrica, ove le velocità siano raffrenate (come quasi sempre lo sono) da impedimenti inferiori, lascia un ragionevol dubbio intorno alla sua sussistenza, imperocchè intendendosi di cercare per simili esperienze le velocità attuali dell'acqua, cioè quelle, che hanno le parti di essa in virtù della forza, che le produce, modificate dalle resistenze degli ostacoli, quando all'acqua si presenta il foro, per cui si fa sgorgare liberamente nel vaso,

le si

toglie ogni ostacolo, e le si lascia concepir di nuovo quella velocità, che le può dare la forza movente (sia la pressione, o la discesa) senza alcuna resistenza. Ad una simile eccezione parmi di poter dubitare, che sia soggetto l'artificio suggerito (per quanto ho letto in un giornale) dal celebre Sig. Pitot nel Tomo del 1732. delle Memorie dell' Accademia Reale delle Scienze, e consiste, se ben l'ho inteso, nell' osservare quanto si alzi entro il braccio verticale d'un tubo piegato l'acqua del fiume, che vi si fa entrare, presentando alla corrente il braccio orizzontale del medesimo tubo, il qual braccio ora più, ora meno sia immerso sotto la superficie di quella sezione; ma non avendo per anco veduto quel Tomo delle Memorie, debbo sospendere sopra ciò il giudizio.

Rimane il metodo proposto dal nostro Autore nel libro II. Proposizione IX. della misura delle acque correnti (giacchè a questo si riducono tutti gli altri enumerati dal P. Abate Grandi nel luogo citato) e consiste nel determinare la deviazione dal perpendicolo cagionata dall' urto dell' acqua corrente nella palla d'un pendolo immerso entro di essa a diverse profondità; questa maniera viene comunemente approvata, comecchè si disconvenga nel modo di dedurre dagli esperimenti le misure rispettive delle velocità, cioè la proporzione, che hanno fra loro le velocità di due diverse parti dell' acqua, nelle quali sia stata osservata la deviazione del pendolo (poichè a tal uso, e non ad altro fu inventato questo tale artificio); e per quello, che riguarda le velocità assolute, ne parleremo appresso. Si può vedere quello, che dopo il Signor Guglielmini nel luogo mentovato ne ha scritto il Sig. Varignon nell' opera postuma sopra il moto, e la misura delle acque correnti, il Sig. Ermanno nella Foronomia, il Sig. di Gravesande nelle istituzioni della Filosofia Neutoniana, e il Padre Abate Grandi nel libro II. Proposizione XLII. A me sembra, che quando il fiume sia orizzontale, o almeno assai poco inclinato all' orizzonte, onde si possa negligere la sua declività, come insensibile (come quasi sempre succede ne' fiumi naturali nelle pianure) le tangenti delle deviazioni dal perpendicolo, cioè (*Tav.* 16. *Fig.* 68.) le rette G I, G H, le quali sono note per la misura osservata degli angoli G E I, G E H, trovandosi una volta la palla nella situazione A, e un' altra nella M, debbano stare fra loro come i quadrati delle velocità dell' acqua nei detti due luoghi.

Imperocchè alzando per lo centro della palla in A la linea verticale A D di lunghezza arbitraria, ed esprimendo per essa il peso rispettivo della palla (cioè quello, che le rimane di peso, quando ella è immersa nell' acqua) e tirando l' orizzontale D C, che concorra col filo E A, da cui la palla è sospesa, nel punto C, e compiendo il rettangolo D B, è noto per li principj meccanici, che la retta D C, o la A B esprimerà la forza, con cui l' acqua sostiene la palla nella positura, in cui si è fermata, cioè nell' angolo G E A. Similmente dal centro della palla sostenuta dall' acqua in M alzando la verticale M N, eguale alla D A, per poter esprimere colla M N lo stesso peso rispettivo della palla, e compiendo il rettangolo N T, la retta M T esprimerà la forza dell' acqua a sostenere la palla in M nell' angolo G E M. Sta dunque la forza dell' acqua in A alla sua forza in M come A B ad M T. Ma prendendo per raggio la lunghezza D A, o sia C B nel sito A, e parimente la lunghezza M N, ovvero O T (eguale per la costruzione a D A) nel sito M, le linee A B, M T sono le tangenti degli angoli A C B, M O T, cioè degli angoli di deviazione dal perpendicolo G E A, G E M. Dunque la forza dell' acqua in A sta alla forza dell' acqua in M come la tangente dell' angolo G E A alla tangente dell' angolo G E M. Ora le forze, che l' acqua mossa con diverse velocità esercita sopra una medesima palla, sono come i quadrati delle velocità, secondo quello, che comunemente si ammette da' meccanici, e si dimostra dal P. Ab. Grandi nella Prop. 43. del libro 2. (dovendo in fatti le dette forze essere proporzionali ai prodotti delle velocità nelle quantità d'acqua, che percuotono la palla in uno stesso tempo minimo, le quali quantità sono come le dette velocità). Dunque le tangenti degli angoli G E A, G E M sono come i quadrati delle velocità dell' acqua in A, ed M.

Nella pratica di questo metodo danno qualche imbarazzo le direzioni diverse dell' acqua, che non cospirano molte volte colla direzione universale del fiume, o si considerino le dette direzioni di traverso ne' piani paralelli all' alveo, o dall' alto al basso ne' piani delle sezioni, massimamente ove si trovino delle larghezze, o delle profondità non vive; onde spesse volte si veggono cangiamenti incredibili dell' inclinazione del pendolo in pochissima distanza de' luoghi, specialmente ove la palla sia molto immersa, o pure essendo poco immersa, ove la superficie ondeggi alquanto; nè solo si trova cangiare come per salto l' inclinazione del perpendicolo, ma anco deviar il pendolo dal piano dell' istromento, che dovrebbe combaciare, quando è rivolto a seconda del corso. Tutto ciò non ostante si preferisce comunemente una tal maniera di cercare le velocità rispettive delle acque, perchè non se ne sa una migliore.

Quanto alle misure assolute delle velocità, trovasi annesso all' opera del Signor Vallisneri sopra l' origine delle fontane a carte 223. un metodo del Sig. Corradi per determinarle, medianti le stesse osservazioni de' pendoli immersi nell' acqua. Osserva egli, che la forza dell' acqua impellente in qualunque situazione M equivale ad un peso P, che tirasse la palla per direzione orizzontale opposta alla direzione dell' acqua T M, il qual peso ad effetto di mantenere la palla nella declinazione dal perpendicolo G E M, in cui l' acqua la sostiene, dovrebbe per le cose dette stare al peso, che ha la palla nell' acqua, come la tangente della declinazione G E M al raggio; onde per l' osservazione dell' angolo G E M sarà noto il predetto peso P. Intendendo dunque un cilindro d' acqua, che sia del medesimo peso trovato P, e che abbia per base il cerchio massimo della palla, vuole, che l' altezza di questo cilindrico (la quale si potrà calcolare, quando si abbia noto il peso d' una tal misura d' acqua v. gr. d' un' oncia cubica) sia quella altezza, la cui pressione potrebbe produrre quel grado di velocità, con cui l' acqua sostiene la palla nella detta inclinazione; e però supponendosi di poter calcolare sul fondamento di altre sperienze quanta sia la velocità assoluta, che corrisponde alla pressione dell' acqua sotto la detta altezza (egli si vale a tal uso de' numeri della tavola del nostro Autore registrata nel fine del Trattato della misura delle acque correnti) si verrà con ciò a sapere la velocità assoluta dell' acqua, con cui sostiene la palla in M. Ma oltre di che i numeri delle velocità, o sia degli spazj registrati nella predetta tavola, secondo le cose da noi dette nell' Annotazione III. del Capo primo, sono tutti minori del vero (e forse della metà in circa) non è bastantemente chiaro, che per essere il peso di quel tal cilindro d' acqua in equilibrio colla forza dell' acqua, che investe la palla, la velocità dipendente dalla pressione (o vogliasi dalla discesa) che conviene all' altezza di quel cilindro, sia appunto quella, con cui l' acqua la investe, come in tal discorso si prende per supposto.

Il Signor di Gravesande nelle Istituzioni della Filosofia Neutoniana al §. 376. trattando della resistenza, che soffre un cilindro, il quale secondo la lunghezza del suo asse si muova entro un fluido, conchiude con un ingegnoso discorso essere la detta resistenza eguale al peso d' un altro cilindro composto della medesima materia fluida, colla medesima base del primo, e che abbia per altezza la metà di quella, da cui cadendo un corpo nel vacuo, acquisterebbe quella velocità, con cui si muove il cilindro; e lo stesso applica poi alle sfere nel §. 382. Dal che segue, che se al contrario la sfera starà immobile, e l' acqua si moverà contro di essa, la forza, con cui la spingerà, sarà eguale al peso d' un cilindro d' acqua, che abbia per base il cerchio massimo della sfera, e la cui altezza sia la metà di quella, onde un corpo, che cada nel vacuo, acquisti la velocità, con cui l' acqua si muove; dal qual teorema si può dedurre (come poc' anzi si è fatto nel metodo del Sig. Corradi) la velocità dell' acqua, ove per l' osservazione si abbia la declinazione del pendolo dal perpendicolo.

Non lascierò in questo proposito di far menzione d' un esperimento, di cui l' anno 1727. feci alcuni saggi per tentare di rinvenire con misure immediate non pure le velocità rispettive, ma le assolute delle

acque

acque de' fiumi, cioè a dire di trovar lo spazio, che ciascuna parte di esse scorre in un dato tempo, parendomi, che un sì difficile argomento non meglio illustrar si possa, che coll' esperienza. A B ( *Tav. 16. Fig. 69.* ) era una superficie d'acqua stagnante in una vasca lunga da cinque pertiche, e poco meno larga, sopra la quale a poca altezza si era teso in positura orizzontale, e saldamente raccomandato da amendue i capi della lunghezza, un filo di rame cotto C D, il quale passando per li due anelletti pur di rame E, F, teneva sospeso per essi un leggerissimo semicircolo G H I cavato in una assicella piana, e sottile, talchè il diametro di esso G I fosse anch'egli parallello all' orizzonte, e il punto H de' 90. gradi contati da G, o da I stesse a piombo sotto il centro K della divisione. Era un altro filo M I di seta attorta legato al lembo del semicircolo verso I, il qual filo si facea passare sopra un cilindro M a guisa di subbio, per modo, che la retta M I si stendesse orizzontalmente, e nel medesimo piano del semicircolo G H I, e il detto cilindro M era fermato in tal sito stabilmente da un capo della vasca. Girando con un manubrio il cilindro M, si avvolgeva ad esso il filo M I, che tirava seco il semicircolo, scorrendo questo per mezzo degli anelletti E, F lungo il filo C D, da C verso D. Dal centro del semicircolo K pendeva un perpendicolo K P, che portava una palla di piombo P altamente immersa nell' acqua A B; onde movendosi il perpendicolo al moto dal semicircolo, la resistenza dell' acqua lo facea deviare dalla linea verticale K F dalla parte contraria al detto moto; il quale quando riusciva di render equabile, avvolgendo sempre coll' istessa celerità il filo I M intorno al subbio M, l'angolo di deviazione H K P dovea mantenersi, e in fatti si manteneva, non ostante il moto dello strumento, sempre d' una stessa misura ( maggiore tuttavia, o minore, secondo che in una, o in un' altra esperienza si variavano le velocità del moto predetto ); onde nel passare che faceva la macchina davanti agli occhi di chi era sulla sponda della vasca, bastantemente si distingueva il numero de' gradi H O indicato dal filo K P, i quali gradi erano notati sul lembo del semicircolo con segni neri, e ben visibili. Solo era da avvertire, che siccome prima di cominciare a tirare il filo M I, e con esso tutto l' ordigno, il perpendicolo K P pendeva immobilmente nel sito verticale K H, così al cominciare il detto moto non poteva acquistar subito tutta quella inclinazione H O, che quella tal velocità richiedeva; ma solo vi si riduceva dopo avere lo strumento corso qualche spazio, nè più poi se ne distoglieva, purchè il moto fosse equabile, e parimente nel fine del moto non si rimetteva il pendolo sulla linea verticale k h se non alquanto dopo che il moto si era arrestato; e però si erano notati sulla sponda della vasca due punti V, Z, in diritto de' quali, quando passava il centro dello strumento, si era sicuro per prova fattane, che il filo era nella sua inclinazione permanente. Nè tacerò, che il filo del perpendicolo K P era doppio, e i due capi di esso prendevano in mezzo il piano del semicircolo, da cui stavano un poco discosti, e si riunivano poi nella palla P, il cui centro veniva con ciò a moversi sempre nel piano del semicircolo, e de' fili C D, I M. Notavasi dunque con un orologio a pendolo il tempo, in cui il centro del semicircolo scorreva lo spazio V Z, la cui lunghezza si era misurata col passetto, al quale spazio era necessariamente uguale lo spazio K k descritto nel detto tempo dal centro dello strumento, e lo spazio P p scorso dal centro della palla. Il rapporto dello spazio, e del tempo dava la velocità assoluta della palla corrispondente all' inclinazione notata H O.

Da ciò era facile inferire, che se all' incontro si fosse tenuto fermo lo strumento sopra l' acqua corrente, onde la forza di questa avesse fatto deviare la medesima palla dalla linea a piombo della stessa quantità H O, la velocità assoluta dell' acqua corrente sarebbe stata la medesima, che quella della palla nell' acqua stagnante, e per tal modo dopo diverse prove fatte in acqua stagnante sempre colla medesima palla, dandole diverse velocità, e notando le inclinazioni del pendolo, si avrebbe avuto uno strumento atto a misurare le velocità assolute delle acque de' fiumi. In quelle, che se ne fecero nella detta

vatta le targenti delle inclinazioni H O furono sempre assai esattamente proporzionali ai quadrati delle velocità.

Dava qualche incomodo nella pratica di tali sperienze il peso dello stesso semicircolo colla palla annessavi, che obbligava il filo C D ad incurvarsi, e a fare un poco di catenaria, onde il semidiametro H K si spiombava alquanto, e l'osservazione dell' arco H O era soggetta a un poco d'errore; ma così a questo, come alla maniera di rendere ben equabile il moto si sarebbe provveduto con altri congegni, se altre occupazioni non mi avessero distolto dal proseguire tali sperienze, le quali quantunque imperfette ho voluto indicare, affinchè se altri le stimassero di qualche utilità, abbiano campo di perfezionarle.

## ANNOTAZIONE XIII.

( Al §. *Tutto il contrario* )

P*Erchè la cadente del pelo è più declive ec.*

Si prende qui per supposto, che la cadente del pelo dell'acqua sia più declive in piena del fiume, che in acqua bassa; il che secondo le ipotesi dell'Autore quando le larghezze siano uniformi, non si dee verificare se non in quei tratti, ne' quali il fiume si va tuttavia accelerando per la discesa, come nelle parti dell'alveo più vicine all'origine, e di nuovo presso gli sbocchi, come vedremo nel Capo VIII. Per altro ove l'acqua cammini con moto fisicamente equabile, il pelo della piena deve essere paralello al fondo, non meno che quello dell'acqua bassa. Ben è vero, che in un medesimo tratto di fiume può darsi, che il moto sia renduto equabile, quando il fiume è in istato di magrezza, e però maggiormente risente la resistenza del fondo, ma in istato di piena seguiti ancora ad accelerarsi, non soffrendo tanto ritardo dagl' impedimenti.

## ANNOTAZIONE XIV.

( Al §. *Le cadute* )

D*Ovendo l' acqua precipitare da una cateratta, prima di arrivare ad essa, acquista della velocità considerabile, effetto non solo della viscosità dell' acqua, ma anco della mescolanza de' canali da noi spiegata allo Scolio III. della Proposizione I. del libro VI. della misura delle acque.*

O sia che alla sommità della cateratta sia congiunto un piano declive, per cui sdruccioli l'acqua, o che dalla detta sommità liberamente precipiti formando una cascata curvilinea, sempre è necessario, che segua qualche aumento di velocità nelle parti superiori alla cateratta; imperocchè nel primo caso l'acqua avanti di giungere ad essa comincia a scendere come per un piano maggiormente inclinato per tutto quel tratto, a cui si estende il detto piano declive prodotto allo insù fino al concorso colla superficie dell'acqua; e nel secondo le stesse tangenti della curva descritta dall' acqua del fondo, prolungate anch'esse dentro l'alveo superiore, divengono tanti piani inclinati immaginarj, per li quali l' acqua va scendendo prima di giungere alla cateratta, come l' Autore spiega nel passo da lui citato; e tanto nell' uno, quanto nell' altro caso la viscosità, o aderenza, o dicasi attrazione delle parti dell' acqua, fa, che la superiore venga in parte rapita, e strascinata dall' inferiore, che corre con maggiore celerità.

A riguardo di tale aumento l' altezza dell' acqua sopra il ciglio della chiusa si trova notabilmente minore, che nelle parti superiori; e pare eziandio ragionevole, che il fondo superiore per qualche tratto si debba risentire, e render meno declive, di quello che sia nelle parti più lontane, dove la velocità non è aumentata. Nulladimeno se la caduta è libera, tal diminuzione d' altezza non si rende per l' ordinario notabile molto allo insù, e i galleggianti non si scorgono accelerare il loro moto, che a poca distanza dal ciglio della chiusa: segno evidente, che ivi solo comincia la superficie a inclinarsi sensibilmente, più che al di sopra, cioè che ivi solo si rende sensibile quell' aumento di velocità, che fa scemare l' altezza.

## ANNOTAZIONE XV.

( Al §. *Primieramente dunque* )

M*Olte volte formano laghi, i quali essendo profondi, ponno esser rimedio alla deficienza della caduta.*

Che superiormente alle chiuse, le quali attraversano un fiume, si formino dei laghi, può succedere, ove le acque di esso non portino materia atta a fare deposizione, e ove la sommità della chiusa non solo sia più alta delle ripe del fiume, ma si continui orizzontalmente di quà, e di là dall' alveo di esso per la campagna aggiacente fino ad attaccarsi dall' una, e dall' altra parte coll' alto del terreno, come ne' laghi artificiali, che circondano la Città di Mantova per ristagno del fiume Mincio. In tal caso non ha luogo ciò, che l' Autore poc' anzi disse, cioè, che il fondo superiore del fiume venga sostenuto, e regolato dalla sommità della pescaja, che lo attraversa, ma dee restare alla primiera bassezza, se pure in lunghissimo tempo non si rialzasse da quel poco di terra, che sempre portano seco i fiumi anche più chiari, al quale interrimento si può rimediare col lasciare a luogo a luogo nella chiusa degli emissarj muniti di cateratte, e con soglia tanto bassa, quanto si stima opportuno, affinchè all' aprire la cateratta la forza stessa dell' acqua sgombri le posature.

Accade qualche cosa di simile anco ne' fiumi torbidi di sopra alle pescaje, qualora queste, attraversando obbliquamente il letto del fiume, non lo chiudano però affatto; ma lasciando all' acqua un angusto passaggio accanto a quella delle ripe, con cui comprendono angolo acuto dalla parte superiore, le fanno piuttosto sponda, che ritegno, e l' obbligano a passar tutta almeno in acqua bassa per una sezione molto minore di quella, sotto la quale corre il fiume ne' tratti più regolari. Simili chiuse ( se tali si ponno chiamare ) in vece di sostenere il fondo superiore del fiume, servono a mantenerlo più basso per la velocità, che acquista l' acqua nell' andarsi riducendo alle angustie di quello sbocco, la qual velocità ella si guadagna coll' accrescimento dell' altezza e in quella sezione, e nelle altre superiori per qualche tratto, in ricompensa della larghezza scemata; onde tornando poi di sotto alla chiusa alla sua larghezza, ed altezza ordinaria, la sola superficie è quella, che per tal modo si viene a sostenere, e può servire a dar caduta a' mulini, o altri edifizj. Di tali traverse alcune ne ho vedute nel Tevere nelle vicinanze di Todi, in occasione di visitare quel fiume l' anno 1732. col dottissimo Monsignore Giovanni Bottari, ora Prelato domestico di Sua Santità, e potrebbero anco, ove le larghezze sono soprabbondanti, facilitare quella navigazione, se troppi altri ostacoli non vi fossero, che dissuadono dal tentare una tale intrapresa.

## ANNOTAZIONE XVI.

( Al §. *Si credono alcuni* )

S*E però tanto il fondo del fiume influente, quanto quello dell' effluente fossero orizzontali, e situati nel medesimo piano, allora la superficie dell' acqua del lago sarebbe anch' essa affatto orizzontale per la Proposizione I. del Libro V. della Misura delle Acque.*

Vedi intorno a ciò quello, che si è detto nell' Annotazione III. del Capo V.

ANNO-

# ANNOTAZIONI

## AL CAPO OTTAVO.

### ANNOTAZIONE I.

( Alla Proposizione I. §. *Ma perchè* ).

*SI fa luogo al secondo caso, che in fatti è il più frequente, osservandosi, che i fiumi influenti si spianano sulla superficie de' recipienti, si elevano, e si abbassano di pelo con essi, e si mantengono il fondo tanto basso, che possa dar esito alle loro massime piene sotto la superficie più bassa del recipiente.*

Quello, che comunemente si osserva negli sbocchi de' fiumi capaci di correzione, e già stabiliti, è, che il pelo dell'influente non fa una cascata sensibile per andarsi ad unire con quello del recipiente, eccettuandone al più il caso, che il primo fosse un torrente, al cui sbocco si fosse formato qualche ridosso assai alto per accidentali deposizioni; ma nè pure un tale stato è durevole, mentre quando nell'influente sopravvenga qualche considerabil corpo d'acqua, si rode ogni posatura, e si toglie la cascata.

Che poi il pelo dell'influente si spiani sulla superficie del recipiente nel senso, che l'Autore intende, cioè che le due superficie vadano a far angolo per l'appunto nella sezione dello sbocco, è difficilissimo accertarlo colle osservazioni, richiedendosi livellazioni troppo dilicate per determinare il punto del concorso di due piani, che comprendono ordinariamente fra loro un angolo quasi insensibile. E quando di ciò si potesse essere ben sicuro in qualche stato dell'uno, e dell'altro fiume, non sarebbe certo, che lo stesso seguisse, cangiandosi lo stato o dell'uno, o dell'altro, o per avventura d'amendue. In fatti dipendendo una tale costituzione delle due superficie da un equilibrio, che segue nella sezione dello sbocco C B ( *Tav. 17. Fig. 70.* ) tra la forza dell'influente R C, e la resistenza del recipiente C D, non è necessario, o forse non è possibile, che lo stesso equilibrio succeda nella stessa sezione, quando si cangiasse o l'altezza del recipiente C D, o il grado di piena dell'influente. Come se, a cagion d'esempio, crescesse in questo la quantità assoluta dell'acqua, potrebbe darsi, che il suo pelo rialzato da tal escrescenza, non si disponesse come in O C, ma come in O T, andando a concorrer col recipiente entro l'alveo di questo in T; e all'incontro, se l'influente scemasse d'acqua, potrebbe forse succedere, che il suo pelo abbassato non prendesse già la positura K C, ma un'altra come K F, insinuandosi, e spandendosi il recipiente entro l'alveo dell'altro orizzontalmente fino ad incontrarlo in F, come vedremo nell'Annotazione VI.

Egli è ben vero, che quando l'influente trovandosi una volta in istato di massima escrescenza (in cui supporremo ora essere il suo pelo O T), abbia talmente allargato, e profondato il suo sbocco da dar esito per la sezione di esso a tutta la quantità di acqua, che porta, sotto il pelo del recipiente costituito nella sua maggior bassezza, la quale figuriamo essere all'orizzonte C D; allora, sebbene riducendosi l'influente allo stato di sua magrezza, potrebbe il recipiente D C insinuarsi entro di esso, e incontrarne la superficie abbassata in un punto superiore allo sbocco, come in F, nulladimeno restando il tratto del fiume nelle parti soggette al rigurgito come morto, e con poca velocità, rimarrebbe facilmente interrito dalle torbide, che il recipiente vi deponesse in qualche sua escrescenza, anzi da quelle, che vi lascierebbe l'influente nello stesso calare delle sue piene; onde, purchè passasse assai di tempo fra una, e un'altra di queste, e il recipiente si mantenesse nel medesimo orizzonte, ristrignendosi, o alzandosi il detto tratto del fondo come in P I, si alzerebbe ancora il pelo basso dell'influente K F, e si potrebbe ridurre in K C a convergere col pelo D C a un dipresso nella sezione

dello sbocco. E sebbene sopraggiungendo poi una piena massima dello stesso influente, non potrebbe aver passaggio per la sezione diminuita C I, onde dovrebbe allo sbocco restar più alta del punto C; nulladimeno nè pure tale stato sarebbe durevole, attesochè quella forza d'una massima piena, che una volta ha potuto talmente allargare, e abbassare lo sbocco da cacciarsi tutta sotto la superficie C D, non mancherebbe di far di nuovo lo stesso effetto, che con poco sforzo potrebbe ottenere, non potendo l'interrimento P I (come quello, che sempre sarebbe stato sott'acqua) trovarsi assai saldo da resistere alla forza della fiumana corrente nello sbocco in maggior altezza dell'orizzonte D C.

Da ciò si deduce non potersi errare di molto, supponendo, che quando il recipiente è nella sua maggior bassezza D C, la positura ordinaria del pelo dell'influente o alto come R C, o basso come K C nelle parti vicine allo sbocco sia quella d'andare a concorrere col pelo del primo nel punto dello sbocco in C, potendosi ogni altra costituzione riguardare come accidentale, e non durevole. Ma non potrebbe già tal discorso applicarsi agli altri stati del recipiente, e prender per supposto, che in ogni altezza possibile del pelo di questo l'influente andasse sempre ad unirsi con esso nella sezione dello sbocco. Imperocchè gli stati d'altezza del recipiente non essendo così durevoli, come quelli della sua bassezza (che può dirsi lo stato ordinario), non potrebbero che per mero accidente combinarsi per tal modo gl'interrimenti, e le escavazioni da mantenere sempre la capacità dello sbocco proporzionata a quelle quantità d'acqua, che di mano in mano portasse l'influente; il che non ho voluto tacere, avvegnachè non sia del tutto conforme a ciò, che l'Autore ha supposto in questo Capo, prendendo per regola quasi universale, che i peli di due fiumi concorrano l'uno coll'altro nello sbocco.

Il discorso finora fatto non si può totalmente applicare quando il recipiente fosse il mare, non solo perchè in esso niuno stato d'acqua è durevole a cagione del perpetuo movimento di flusso, e riflusso, a cui egli è soggetto; ma eziandio perchè ne' supposti, ne' quali si è parlato, non si è considerata nel recipiente altra resistenza, che quella, che nasce dall'equilibrio delle sue acque, le quali perciò si vogliono supporre come stagnanti, e senza alcun moto, o almeno senza alcuna direzione, per cui siano spinte contro lo sbocco; laddove il mare nel flusso ha un principio di movimento, che lo porta verso la spiaggia. Quindi è, che il pelo degl'influenti ancorchè inclinati nelle parti vicine a' loro sbocchi in mare, si trova spesse volte affatto orizzontale, e specialmente ove siano in magrezza rispetto alle loro proprie acque, insinuandosi entro di essi il mare nel flusso, e andando ad incontrarne la superficie dentro il loro alveo, come in F. Ove poi il recipiente, di cui si tratta, sia un altro fiume, conviene avvertire, che lo stato di sua maggior bassezza non è il medesimo, quando l'influente, che dee sboccarvi, sia magro, e quando si trovi in escrescenza, dovendosi in questo secondo caso l'orizzonte della maggior bassezza del primo rialzar di tanto, quanto una piena dell'influente può rialzarlo. Tal diversità facilita sempre il concorso de' peli nella sezione dello sbocco, mentre diminuisce la sezione dello sbocco all'influente povero d'acqua, e l'aumenta a lui medesimo, se ne è abbondante.

Dalle cose finora dette si raccoglie (ciò, che l'Autore ha avvertito nel §. seguente), che ne' fiumi capaci di corrosione, e già stabiliti, cioè in quelli, che hanno potuto una volta allargare, ed abbassare il loro sbocco fino a segno da dar passaggio a tutta l'acqua d'una loro massima piena sotto il pelo infimo del recipiente nella sezione del detto sbocco, la velocità, che hanno in questa sezione, ancorchè il recipiente sia nella sua maggior bassezza, sempre è impedita, e minore di quella, che produrrebbe la discesa del fiume dalla sua origine o reale, o equivalente, e di quella eziandio, che produrrebbe l'altezza corrente dell'istessa sezione, se fosse libera; e perciò è indispensabile, che essa sezione sia più capace delle altre, per le quali passa la stessa quantità d'acqua, e che sono esenti da tale impedimento; o sia poi, che tale capacità maggiore si sia acquistata in profondità, o in larghezza, o nell'una, e nell'altra dimensione. E lo stesso proporzional-

nalmente si dee applicare alle altre sezioni superiori a quella dello sbocco, fino a quel segno, ove risentono del detto impedimento (che è ciò, che si chiama rigurgito), e a misura che ne risentono maggiore si fa poi l'impedimento predetto, ove il recipiente si alzi di superficie, e a maggior distanza se ne può estender l'effetto.

Si raccoglie in oltre, che quantunque l'alveo d'un fiume si supponga stabilito in ogni altra sua parte, tanto in declività, che in larghezza, tuttavia il suo sbocco, e il fondo vicino allo sbocco fino ad una certa distanza sempre mai è soggetto a qualche vicenda d'interrimento, e di escavazione, ma dentro certi limiti; nè può mai dirsi stabilito, se non quanto si va librando fra' predetti limiti, secondo gli accidenti considerati nella presente Annotazione.

## ANNOTAZIONE II.

(Al §. *Ne' fiumi adunque*)

*IL solo momento della pressione dell' acqua . . . . siccome non può spignere il rigurgito, che fin dove arriva l'orizzontale della superficie dello sbocco, così non può estendere maggiormente gli effetti dell' impedimento, che apporta all' influente.*

Questa asserzione pare così evidente, che non abbia bisogno di pruova. Nè si dica, che quella sezione A B (*Tav.* 17. *Fig.* 71.), al cui fondo B arriva precisamente il livello della superficie del recipiente, essendo appoggiata alla sezione inferiore a lei contigua, e questa di mano in mano all' altra C D ec. più vicine allo sbocco E F, le quali tutte si alterano, e si rialzano per le resistenze, che incontrano, debba restare anch'essa sostenuta, e risentirsi di tal resistenza; imperocchè, quando è fatto l'equilibrio delle forze dell' influente, e del recipiente, e il pelo del primo si è renduto permanente in A E, certo è, che per tutte le sezioni D C, E F, ec. si scarica la medesima quantità d'acqua, che si affaccia ad A B: dunque non ha questa alcuna cagione, che l'obblighi ad arrestarsi, e ad alzarsi. Nè fa caso, che la velocità delle dette sezioni, come D C, essendo minore di quella di A B, possa farle contrasto, e trattenerla in collo, perchè in ricompensa della minor velocità succede la maggior ampiezza delle medesime, o sia per la loro maggiore profondità (come nella figura si è espresso), o per la maggior larghezza, che necessariamente debbono avere, se essendo meno veloci, non sono più alte; e perciò l'acqua, che si presenta ad A B, resta nella sua libertà di scorrere spandendosi nella maggior capacità delle dette sezioni, comecchè entrata poscia in esse, debba anch' ella rallentarsi di moto. Anzi l'esperienza dimostra, che neppure l'effetto del rigurgito non si rende sensibile in tanta distanza, come si scorge nel Po, il cui fondo non lungi dalla Stellata essendo a un dipresso a livello del pelo basso del mare, ciò non ostante non soffre il pelo di quel fiume alcun minimo cangiamento non solo nelle cotidiane vicende del flusso ordinario, ma neppure nelle maree, che talvolta si alzano allo sbocco da cinque piedi; e appena tali mutazioni si manifestano al Ponte di Lagoscuro, situato da 10., o 11. miglia più verso gli sbocchi, come si rileva dalle osservazioni de' segni stabili fatte nella visita del 1721.; il che mostra, che in pratica non solo nel punto B, ma neppure per buon pezzo al disotto la resistenza del recipiente (almeno in un fiume di sì poca inclinazione, come è il Po) non fa alcun notabile effetto.

## ANNOTAZIONE III.

(Al medesimo §. *Ne' fiumi adunque*)

*OPpure vi si aggiugne l'impeto acquistato per la caduta, o per qualche altra forza esterna ec.*

Un tal caso può succeder nel mare, quando spinge con violenza le sue onde entro lo sbocco d'un fiume, oppure in un fiume recipiente, che incontri l'influente con direzione opposta al corso di questo, o almeno inclinata ad angolo ottuso dalla parte superiore.

ANNO-

## ANNOTAZIONE IV.

( Al §. *Co' mezzi medesimi* )

PUò *nascere il medesimo impeto dalla sola pressione; ma perchè l' impeto è accompagnato da una velocità attuale . . . . ed il conato della pressione non è che una velocità potenziale . . . . ne segue, che l'impeto dell' acqua dell' influente prevalerà alla sola pressione ec.*

Non saprei figurarmi il caso, che l' impeto dell' acqua dell' influente nascesse dalla sola pressione, e ciò non ostante potesse prevalere alla resistenza del recipiente, se non quando il primo fosse orizzontale anco in superficie, e allo sbocco di esso si affacciasse ad un tratto l' acqua del recipiente, purchè con superficie alquanto più bassa di quella del detto fiume ( o almeno più bassa di quella, la cui pressione spigne quella del fiume ); perocchè in tal caso seguiterebbe tuttavia ad uscire dallo sbocco, se non tutta l' acqua, che prima per esso correva, almeno tutta quella quantità, che in tale stato vi potrebbe correre. Ma in tal caso parmi, che, propriamente parlando, la pressione del fiume influente prevaglia a quella del recipiente, non tanto per esser la prima congiunta con velocità attuale, laddove in questa è solamente potenziale ( come l' Autore si esprime ), quanto perchè la detta velocità attuale è maggiore di quella, che potrebbe produrre la pressione dell' acqua del recipiente; e in fatti se l' influente nel presentarsi al recipiente ne trovasse la superficie per l' appunto allo stesso livello, si estinguerebbe ogni impeto, ed ogni velocità, rimanendo la direzione del moto indeterminata fra due forze eguali, ed opposte. Quando poi l' influente è qualche poco inclinato, non si può pretendere in rigor matematico, che almeno la superficie di esso non abbia qualche poco d' impeto conceputo per la discesa.

## ANNOTAZIONE V.

( Al §. *Sia per maggior chiarezza* )

DOpo di avere considerata in generale la resistenza del recipiente all' influente, si passa in questo luogo a dir qualche cosa di più particolare intorno alle proporzioni, e alle leggi di tal resistenza, cioè con qual regola si alterino le velocità de' fiumi per lo contrasto, che ricevono da' loro recipienti: materia certamente oscura, e di cui riconosce l' Autore medesimo le difficoltà, nè so, se queste possano per anco dirsi totalmente appianate da quelli, che dopo di lui hanno scritto. Stimò egli potersi rappresentare la proporzione delle resistenze nelle diverse profondità delle parti dell' acqua sotto la superficie del recipiente ( quando questo sia stagnante, e privo d' ogni moto, o almeno senza alcuna direzione, che contrasti con quella dell' influente ) colle applicate d' un triangolo, per esser queste proporzionali alle dette profondità, in ragione delle quali giudicò, che stassero le resistenze, come vi stanno senza dubbio i pesi, o le pressioni, come egli spiega in questo luogo; ma quand' anco sussistesse tal proporzione, che altri non ammettono, non si potrebbe ( come egli stesso avverte ) rilevare da ciò alcuna misura degli effetti delle resistenze, essendo a tal fine necessario non pure sapere la proporzione di queste fra loro, ma anco colle forze dell' acqua del fiume; il che egli non ha determinato.

Il Signor Marchese Poleni nel Trattato *de motu aquæ mixto* volendo rappresentare con una linea curva le velocità delle diverse parti dell' acqua all' uscire dalla luce A B ( *Tav.* 17. *Fig.* 72. ) d' un vaso A D immerso in altr' acqua stagnante fino al livello G C E, considerò, che posta B A l' altezza dell' acqua entro il vaso sopra il suo fondo B, le velocità libere, cioè quelle della parte A C della luce, doveano terminare ad una parabola A C E descritta coll' asse A C col vertice A; ma le impedite, cioè quelle della parte B C dovevano esser tutte eguali a quella del punto C, e però terminare alla retta E F parallela a B C; perciocchè dal punto C in giù equilibrandosi la pressione dell' acqua entro il vaso colla resistenza dell' acqua esteriore G C E, non rimaneva, che l'eccesso A C della pressione di quella del vaso, che potesse imprimere velocità a quella, che si affacciava alla parte impedita B C.

Quindi il complesso delle velocità di tutta la luce A B veniva rappresentato per lo spazio parte parabolico, parte rettilineo A E F B. Ma perchè le sperienze mostravano, che da tutta la luce predetta A B usciva in un dato tempo alquanto meno d'acqua di quello, che un tal discorso avrebbe richiesto, (il che risultava dal confronto d'altre sperienze da lui fatte colla medesima luce, e sotto la medesima altezza A B senza l'impedimento dell'acqua esteriore G C E) prese per ipotesi, che la resistenza dell'acqua G C E facesse alterare eziandio le velocità libere fra A, e C, salva tuttavia la ragione dimezzata delle altezze; e perciò conchiuse doversi bensì esprimere le dette velocità libere per una parabola, ma di minor parametro di quella, che le esprimerebbe rimosso il detto impedimento, e doversi poscia le impedite rappresentare per un rettangolo fatto sulla medesima ordinata della detta nuova parabola coll'altezza B C, e diede ancora alcune formole per trovar a un dipresso la proporzione del detto parametro a quello della parabola A C E, che si prendesse per esprimere le velocità quando tutta la sezione A B fosse libera.

Ma il Padre Abate Grandi nella Proposizione XXXVI. del libro II. del movimento delle acque stima, che le resistenze dell'acqua di un recipiente stagnante, o considerata come stagnante, si debbano esprimere per quelle velocità, che essa è atta a produrre, e che in fatti si sforza di produrre nell'affacciarsegli l'acqua dell'influente col tentare d'insinuarsi entro il suo alveo per modo, che il recipiente tanto di velocità distrugga in ciascuna parte dell'acqua, che entra in esso, quanto appunto sarebbe atto ad imprimergliene colla sua pressione; e però essendo le velocità, che egli potrebbe produrre in ragione dimezzata delle sue altezze, ne segue, che le resistenze si rappresentino anch'esse per una parabola, che abbia il vertice nella superficie del recipiente, e per asse l'altezza di essa sopra il fondo dello sbocco, la qual parabola dee avere il medesimo lato retto, che l'altra rappresentante le velocità (la quale ha il suo vertice nell'origine reale, o equivalente del fiume) acciocchè quando nell'una la discesa è eguale all'altezza dell'altra, le velocità prodotte siano fra loro eguali.

Finalmente il Sig. Pitot trattando di questo argomento nelle Memorie dell'Accademia Reale delle Scienze del 1730., benchè non si avanzi a determinare la scala delle resistenze, stabilisce tuttavia in generale di quanto la velocità totale dell'influente debba scemare per lo contrasto del recipiente nella sezione dello sbocco. Egli trova dunque in primo luogo mediante una formola universale analitica la perdita di velocità, che farebbe un fiume B A C D (*Tav.* 17. *Fig.* 73.) se nello sbocco A C incontrasse un altro fiume M A C P, la cui direzione L E fosse diametralmente opposta alla direzione del primo K E. Quindi riducendo il teorema al caso particolare, che la velocità del fiume M A C P fosse nulla, trova, che il fiume B A C D sempre dee perdere la metà di quella velocità, con cui si presentò allo sbocco A C, e con cui sarebbe sboccato, se non avesse incontrato l'ostacolo del recipiente. Giova riferir qui la sua dimostrazione ristretta a questo caso particolare, e sviluppata dalle specie analitiche, affinchè s'intendano i fondamenti, sopra quali egli ha avanzata una tal regola. Parmi dunque, che si riduca al seguente discorso.

Intendasi adattato alla sezione dello sbocco un piano materiale A E C (come a dire una sottilissima lastra di vetro, o d'altro, che sia) al quale si affacci ad un tempo stesso da una parte l'acqua dell'influente con quella velocità, con cui essa giunge allo sbocco, e dall'altra si appoggi nella medesima altezza l'acqua del recipiente, priva tuttavia d'ogni moto. Certo è, che il piano A E C non potrà concepire per l'impulso di quella del fiume tutta quella velocità, di cui questo è dotato, come farebbe, se non trovasse alcun contrasto. Per determinar dunque di quanto la velocità, che concepirà il piano, sia per mancare da quella del fiume, si consideri, che essendo il piano spinto da una forza col contrasto della resistenza di quel fluido, che deve traversare, è necessario, che egli venga da queste due cagioni determinato ad un tal grado di velocità, posto il quale l'azione della forza, e la rea-

zione

zione della resistenza fra loro si equilibrino, altrimenti prevalendo la forza, il piano concepirebbe velocità maggiore, e minore prevalendo la resistenza. La velocità dunque, che dovrà prendere il piano allo sboccare del fiume dal suo alveo, sarà quella, che è necessaria, affinchè la resistenza, che gli farà l'acqua del recipiente, la qual resistenza è variabile dipendentemente dalla stessa velocità del piano, uguagli la forza, che avrà il fiume a spinger il piano, la qual forza è anch'essa variabile dipendentemente dalla detta velocità, mentre consiste nell'eccesso della velocità del fiume sopra quella del piano, giacchè con questo solo eccesso (che è la velocità rispettiva del fiume) farà forza il fiume contro il piano per moverlo, restando senza alcun effetto in ordine a tal moto quella parte di velocità, che è comune al piano, ed al fiume. Ora la resistenza dell'acqua stagnante, che risponde a qualsivoglia velocità d'un mobile entro di essa, è uguale alla forza, con cui l'acqua spingerebbe lo stesso mobile, se stando egli fermo, essa si movesse contro di lui colla medesima velocità, e questa forza si esprime per lo quadrato del detto eccesso; dunque il piano dee concepir tal velocità, che il quadrato di essa sia eguale al quadrato dell'eccesso della velocità del fiume sopra lei medesima, e però è necessario, che la velocità del piano sia eguale a tal eccesso, o quel, che è il medesimo, che la velocità del piano sia la metà di quella del fiume. Dunque finalmente (conchiude il Sig. Pitot) o vi sia il piano materiale A E C, o non vi sia, dovrà l'ultima superficie, o falda dell'acqua del fiume in quell'istante, che esce dall'alveo, e sbocca nel recipiente, ridursi alla metà di quella velocità, con cui vi sarebbe sboccato, se non avesse incontrato l'ostacolo di esso al suo sbocco.

In questa ingegnosa dimostrazione pare, che l'Autore consideri quella sola resistenza, che fa l'acqua del recipiente all'esser divisa, e traversata dal corso del fiume influente per quella forza comune a tutte le parti della materia, che chiamano d'*inerzia*, la quale resistenza appunto ne' fluidi è proporzionale al quadrato delle velocità del corpo, che entro di essi si dee muovere, ed è la medesima per qualunque direzione, e in qualunque profondità debba seguire il moto, variandosi solo al variarsi delle velocità; laddove nelle altre ipotesi addotte di sopra pare, che sia stata considerata quella sola resistenza, che il recipiente fa col suo peso all'ingresso dell'influente, la quale è varia a diverse profondità, e si esercita contro lo sbocco per direzione orizzontale, senza aver alcuna dipendenza dalla velocità dell'influente. Converrebbe forse aver riguardo all'una, ed all'altra di queste due cagioni di resistenza per dedurne la vera regola, e la scala delle resistenze totali del recipiente; del che qualche cosa diremo nell'Annotazione seguente.

Tralascio ancora di ponderare se nel surrogare, che si fa al piano materiale A E C l'ultima superficie dell'acqua, che arriva allo sbocco, rimanga alcuno scrupolo. Solamente osservo, che supposta la verità del teorema, e figurando, che si tratti d'un fiume P Q (*Tav.* 17. *Fig.* 74.) il quale liberamente scorra senza alcuno impedimento dalla sua origine P allo sbocco Q, resta dimostrato, che quella velocità, a cui egli si ridurrà allo sbocco, sarà eguale a quella, che ebbe in R a un quarto della sua discesa dopo l'origine (per esser le velocità in tal supposto, come le radici quadrate delle discese); ma non è già dimostrato, che tutte le sezioni da un quarto della discesa in giù si debbano ritardare, e ridurre alla stessa velocità, a cui si riduce la sezione dello sbocco, potendo darsi, che le più lontane seguitino tuttavia ad accelerarsi almeno fino a quella sezione G F, al cui fondo G arriva l'orizzonte del recipiente H X, come si è detto nell'Annotazione II. E però supposte le sezioni di figura rettangola, e di larghezza uniforme, e supposto, che per l'alzamento, che dee seguir allo sbocco, non si aumentasse la velocità, dovrebbe bensì la sezione Q X alzarsi fino in Q Z doppia della stessa Q X, ed eguale ad R Y, che è situata a un quarto della discesa, ma le sezioni di mezzo V T, F G potrebbero ciò non ostante rimaner tutte meno alte delle estreme R Y, Q Z, senza che però alcuna fosse la metà meno. Quindi è forse, che il Signor Fontanelle riferendo questo passo del

del Signor Pitot nell' Istoria dell' Accademia del detto anno 1730. si è contentato di dire, che da R Y in giù non dovrebbe correre fra le sezioni del fiume, che poca differenza di velocità, nè di altezza.

Per altro ne' fiumi naturali capaci di corrosione, secondo le cose dette, non si potrebbe mantenere l'eccesso d'altezza X Z sopra il pelo del recipiente ( almeno ove questo durasse lungo tempo nella positura H X, come succede nelle sue maggiori bassezze ) ma rendendosi lo sbocco o più largo, o più cupo, si torrebbe la caścata X Z, e tutto il fiume anco nelle sue piene si farebbe passaggio sotto il pelo X H in quella profondità X S, che a ciò fosse necessaria.

Da ciò parrebbe, che si potesse inferire, che quando un fiume porta il suo pelo permanente X Y ad unirsi nello sbocco col pelo del recipiente H X in X, la metà dell' altezza S X ( la quale si supponga essere M S ) fosse quell' altezza, con cui il fiume in quella tal portata d' acqua sarebbe arrivato allo sbocco, se non avesse avuto il contrasto del recipiente; poichè dovendo, secondo il teorema, la velocità dello sbocco impedito essere la metà di quella dello sbocco libero, dovrà all' incontro l' altezza nello sbocco libero S M essere la metà della S X, che è quella dello sbocco impedito, purchè la sezione dello sbocco sia un rettangolo. Ma un tal discorso non reggerebbe; imperocchè il fiume non si sostiene all' altezza S X per quel solo impedimento, che avrebbe potuto fargli il recipiente, se si fosse presentato ad esso in quell' altezza, che richiedeva la sua velocità libera, ma per tutto quel contrasto di più, che il recipiente gli ha fatto, fino a che l' influente si sia stabilito, ed equilibrato con esso; il che si suppone esser seguito nella detta altezza S X, appunto come se l' influente correndo libero, avesse trovato il recipiente all' orizzonte della sua altezza nello sbocco, e poi nell' alzarsi che ha dovuto fare per la velocità scemata, si fosse ad un tempo stesso andato alzando anco il recipiente, fino a che si fossero equilibrati.

Si sono dovute riferire queste varie ipotesi intorno alle resistenze, che soffrono i fiumi da' recipienti nel loro sbocco, affinchè ciascuno possa scegliere quella, che stima più ragionevole, o forse surrogarne ad esse alcun' altra, quando in niuna di esse restasse interamente soddisfatto, dovendo tale scelta a mio credere dipendere più che da altro dalle esperienze.

## ANNOTAZIONE VI.

( Al §. *Non è dunque possibile* )

*Non vi ha dubbio però, che se l'acqua del fiume recipiente crescerà, restando invariata quella dell' influente, non possono crescere i conati della prima tanto da pareggiare, o superare la velocità della seconda.*

La diversità delle ipotesi tanto delle velocità de' fiumi, quanto delle resistenze, che soffrono da' recipienti negli sbocchi, e il non aversi positiva certezza, che alcuna di esse sia veramente conforme alla natura, rende estremamente difficile, e talvolta impossibile il ridurre a regola, e a misura gli effetti, de' quali qui si tratta in qualsivoglia stato o sia dell' influente, o del recipiente.

Il metodo, con cui si dovrebbe procedere in tal ricerca, parmi, che sia quello, che ci ha indicato il P. Ab. Grandi nella Proposizione XXXVI. del libro II., avendolo adattato a quelle ipotesi delle velocità, e delle resistenze, che egli seguita. Suppone egli, che il fiume si vada tuttavia accelerando nella sua discesa, onde le sue velocità libere nella sezione dello sbocco si rappresentino ( *Tav.* 17. *Fig.* 75. ) per un segmento della parabola O H, il cui vertice O sia nell' orizzonte dato O L dell' origine reale, o equivalente del fiume. Data dunque ( o calcolata per mezzo di altri dati ) l' altezza M B, sotto cui egli giungerebbe allo sbocco in quella portata d' acqua, in cui si ritrova senza l' impedimento del rigurgito, e dato l' orizzonte del recipiente A T ( il quale, quando il recipiente sia un altro fiume, si dee intendere alzato di tanto, quanto l' influente può farlo alzare in tale stato ) vuole, che si descriva la curva delle resistenze, che egli suppone essere un' altra parabola A S del medesimo parametro della prima, e col vertice nella superficie del recipiente allo

allo sbocco A; indi condotte le ordinate MR, AF alla parabola OH, lo spazio MRHB rappresenterà il complesso delle velocità libere dell'influente nello sbocco, e per conseguenza esprimerà la quantità dell'acqua, che si dee scaricare per lo sbocco, e per qualsivoglia altra sezione del fiume; e parimente lo spazio A F H B rappresenterà la quantità dell'acqua, che, colla medesima scala delle velocità libere passerebbe per lo sbocco sotto tutta l'altezza A B; ma detrattene le resistenze espresse per la parabola ASB, rimarrà lo spazio AFHS, che esprimerà ciò, che resterebbe di vivo alle velocità della scala AFHB, e per conseguenza mostrerà la quantità d'acqua, che si scaricherebbe sotto l'altezza A B colle velocità impedite dal rigurgito. Se dunque lo spazio A F H S sarà eguale allo spazio M R H B, passerà sotto l'altezza A B, non ostante l'impedimento del rigurgito, tutta per l'appunto l'acqua, che porta il fiume, e però il peso di esso si alzerà fino in A, come in P A, e concorrerà nello sbocco coll'orizzonte del recipiente T A. Ma se A F H S fosse minore di M R B H, sarebbe d'uopo, che l'influente si alzasse nello sbocco sopra di A, come in Y, talmente che ordinando Y I lo spazio A Y I H S uguagliasse il dato M R H B, andando poscia il suo pelo ad incontrar quello del recipiente dentro l'alveo di questo; e al contrario, ove A F H S fosse maggiore del predetto spazio dato, l'influente, prima di giugnere allo sbocco, si seppellirebbe sotto l'orizzonte del recipiente prodotto entro l'alveo del primo, e andrebbe poi a passare per la sezione dello sbocco di sotto da A, come in X; cosicchè ordinando X G C, lo spazio G C H S fosse eguale al dato; onde nell'uno, e nell'altro caso sarebbero determinabili i punti Y, X. Anzi applicando la medesima costruzione alle altre sezioni superiori a quella dello sbocco, e che risentono qualche effetto di rigurgito (le quali avranno i vertici delle parabole esprimenti in esse le velocità libere nel medesimo orizzonte O L), si ponno trovare quanti altri punti si vogliono del pelo dell'influente sostenuto dal rigurgito, e determinarne la positura P A, ovvero V Y, oppure D X, secondo i tre casi predetti, o rettilinea, o curvilinea, che ella sia, e con ciò avere ancora, almeno per approssimazione nel secondo, e nel terzo caso il punto del concorso delle superficie de' due fiumi coll'orizzonte T A. Conviene però avvertire, che se questo orizzonte A T fosse più alto del punto O, il recipiente dovrebbe correre all'insù per l'alveo dell'influente: caso, che può succedere facilmente in queste ipotesi, ove l'origine equivalente L non sia molto alta.

Ritenendo l'istessa supposizione intorno alle velocità libere dell'influente, cioè supponendole di nuovo terminate (*Tav.* 17. *Fig.* 76.) alla parabola O H col vertice O nell'orizzonte O L dell'origine del fiume o reale, o equivalente, e la quantità di acqua, che per esso scorre espressa dallo spazio M R H B della detta parabola; se si supponesse, secondo l'ipotesi del Sig. Pitot, doversi dal contrasto del recipiente non solo diminuire per metà la velocità totale dell'influente, com'egli vuole, ma scemare parimente (come è verisimile in tal supposto) della metà ciascuna delle velocità parziali delle diverse parti dell'acqua nelle sue diverse profondità; la scala delle resistenze sarebbe di nuovo un arco di parabola G Q compreso fra le ordinate A F, B H, il cui vertice O sarebbe il medesimo, che quello della parabola O H, ma il parametro suqquadruplo di questa; che così le velocità A F, B H, ec. rimarrebbero per l'appunto ridotte dalla resistenza del recipiente alla loro metà A G, B Q, ec. In tal supposizione dunque, se lo spazio G F H Q, il quale esprimerebbe la quantità d'acqua, che non ostante l'impedimento del rigurgito potrebbe passare per la sezione A B, si trovasse eguale allo spazio M R H B esprimente la quantità d'acqua dell'influente, si alzerebbe questo fino in A, come nel primo de' tre casi poc'anzi distinti; ma se G F H Q fosse minore di M R H B, si farebbe luogo a ciò, che si è detto nel secondo caso, e se maggiore, nel terzo; e l'istesso discorso avrebbe luogo, se la scala delle resistenze G Q fosse qualsivoglia altra curva, ritenuta sempre per la scala delle velocità la parabola O H.

Si supponga ora, che le velocità libere dell'influente in vece di terminare alla parabola

rabola O H, che ha il vertice in un punto fisso O, terminino ad un'altra parabola, il cui vertice si debba trovar sempre nella superficie dell'acqua dell'influente, o almeno a pochissima altezza sopra di essa, e per conseguente vada alzandosi, o abbassandosi, a misura che essa si alza, o si abbassa, come richiedono le ipotesi del nostro Autore, volendo egli, che ne' fiumi, dopo scorso qualche tratto dalla loro origine, si spenga affatto la velocità della discesa (fuorchè nella superficie, o vicino ad essa, dove qualche poco ne rimanga, senza aumentarsi però di vantaggio nel proseguimento della discesa per lo meno, finchè dura l'istessa pendenza); onde la loro velocità libera dipende quasi del tutto dall'altezza viva, sotto cui corrono nelle loro sezioni. In tali supposti sia (*Tav.* 17. *Fig.* 77.) B M l'altezza, con cui passerebbe l'acqua del fiume per la sezione dello sbocco senza il rigurgito (la qual altezza si può prendere in queste ipotesi, come eguale a quella delle sezioni superiori egualmente larghe, e non soggette a rigurgito), e la quantità dell'acqua sia rappresentata dalla parabola M B H, che abbia il vertice M nella superficie M, o in qualche picciola altezza sopra di essa. Sia l'orizzonte del recipiente A T, e ritenendo l'ipotesi delle resistenze del P. Abate Grandi, descrivasi col vertice A la parabola A S, il cui lato retto sia il medesimo, che quello della parabola M H. E' manifesto, che volendosi considerare come affatto nulla la velocità della superficie, che avrà l'influente rialzato dal rigurgito, onde la parabola delle velocità libere (la quale deve avere lo stesso parametro colle due M H, A S) abbia il vertice nella stessa superficie dell'influente, non potrà tal superficie stabilirsi nel punto A, nè di sotto al punto A; perciocchè passando per A, coinciderebbe colla parabola delle resistenze A S; onde per la sezione A B niente affatto di acqua potrebbe aver esito, e molto meno passando di sotto ad A, dove prevalerebbero le resistenze alle velocità; onde dovrà per necessità il pelo dell'influente alzarsi di sopra al punto A, come in N, a tale altezza, che descritta col detto lato retto la parabola N L, lo spazio A N L S uguagliasse lo spazio dato M H B; e però in questa combinazione d'ipotesi sempre converrebbe, che l'influente si alzasse allo sbocco più del recipiente, a qualunque altezza si trovasse quest'ultimo, e qualunque fosse la portata d'acqua del primo. Che se la velocità della superficie dell'influente dopo l'alzamento, che dee seguirne, non si volesse riguardare, come totalmente nulla (e tale certamente non può essere in rigor matematico, ove essa sia pur qualche poco inclinata), allora potrebbe bensì il pelo dell'influente stabilirsi ora nel punto dello sbocco A, ora sopra, ed ora eziandio qualche poco sotto di esso; ma sarebbe impossibile il determinare il punto preciso, se non si sapesse quanta velocità converrebbe alla superficie di quel fiume in qualsivoglia suo possibile alzamento, per potere da tal velocità nota dedurre (se pur questo ancora fosse possibile) l'altezza del vertice della parabola sopra la superficie rialzata, e con ciò cercar poscia quella posizione di superficie, sopra cui prendendo la dovuta altezza per aver il vertice, e descrivendo la parabola, lo spazio compreso fra essa, e la parabola delle resistenze A S, terminato di sotto all'ordinata del fondo, e di sopra a quella della superficie dell'influente, uguagliasse il detto spazio M H B esprimente la quantità dell'acqua del fiume. Ma tal notizia, cioè quanta fosse per essere la velocità della superficie in ogni possibil rialzamento del fiume nella ipotesi dell'Autore, non si può avere per alcuna regola, non potendosi qui ricorrere alla maggiore, o minor discesa, che secondo lui niente opera in tali casi. Anzi se ben si considera, tal velocità dipendendo ne' suoi supposti in qualche parte dalla maggiore, o minore inclinazione della superficie, di cui si tratta, la cognizione di quella richiederebbe, che si sapesse quanto la detta superficie dovesse inclinarsi in qualsivoglia possibile rialzamento del pelo sostenuto dal rigurgito; onde mancano troppi dati per conchiudere quel che si cerca in tale ipotesi. L'istesso si troverebbe combinando l'ipotesi delle velocità del Signor Guglielmini con quella delle resistenze del Signor Pitot; sopra che non mi tratterrò più a lungo, potendosi da ciò, che si è detto, intendere quello, che seguendo sempre il

metodo

metodo del P. Grandi, si debba fare, e quello, che sia per risultare in ciascuna combinazione di ipotesi di velocità, e di resistenza.

Intorno a queste ipotesi non lascierò per ultimo di soggiugnere, che attese le due sorte di resistenza, che si ponno considerare nel recipiente, secondo le cose da noi accennate nell' Annotazione precedente al §. *In questa*, non sarebbe forse irragionevole lo spiegare l'effetto totale del rigurgito nel modo seguente. Sia O L (*Tav. 17. Fig. 78.*) la parabola delle velocità libere del fiume nella sezione dello sbocco A B, il vertice della quale sia nel punto dato O della perpendicolare A B. Sia il pelo del recipiente all'orizzonte A T, che tagli la detta perpendicolare in A, e per A si tiri l'applicata A C, che esprimerà la velocità libera, che compete al punto A della detta sezione. Condotta per C la retta C K paralella ad A B, pare, che le velocità di ciascun punto di sotto ad A fino in B, come del punto D, in virtù del semplice peso, o della pressione del recipiente, dovessero rendersi eguali ad A C, riducendosi a D E, B K ec., e terminarsi alla retta C K paralella ad A B (che è l'ipotesi del Signor Marchese Poleni accennata nell' antecedente Annotazione); onde per questo solo Capo verrebbero a detraersi dalle velocità libere le porzioni E F, K L ec. terminanti alla parabola C L, e lo spazio C K L sarebbe la scala delle resistenze. E se tirando O Q perpendicolare ad A B, e prendendo O Q eguale ad A C, col vertice Q si descrivesse per A la parabola Q A I, il cui asse fosse paralello ad A B, è facile il mostrare, che questa avrebbe lo stesso parametro, che la parabola O L, e che lo spazio A I B compreso da essa, e dalla perpendicolare A B fino all' ordinata del fondo B I, sarebbe eguale allo spazio C K L, e ciascuna delle rette D G terminate all'arco A I eguale alla sua corrispondente E F terminata all' arco C L; onde lo spazio A I B sarebbe anch'egli la scala delle resistenze dipendenti da questa sola prima cagione, e le rette A C, G F, I L, tutte eguali fra loro, esprimerebbero le velocità, che resterebbero vive, detrattene le dette resistenze; onde si potrebbe figurare, che ciascuna linea d'acqua, che si presentasse allo sbocco, come in D, in vece della velocità libera D F non avesse che la G F, restando estinta dal peso, o sia dalla pressione del recipiente la parte D G. Ma perchè si deve aver riguardo all' altra cagione di resistenza considerata dal Signor Pitot, cioè alla difficoltà, che incontrerebbe l'influente nel dividere, e traversare il mezzo fluido del recipiente, e per questo solo Capo si suppone secondo il suo teorema, che la velocità di ciascuna linea d'acqua si riduca alla sua metà; però detraendo dalle velocità residue A C, G F, I L, tutte eguali fra loro, la metà di ciascuna A M, G P, I H, la curva H P M esprimerebbe colle sue applicate A M, D P, B H le resistenze totali risultanti da amendue le accennate cagioni; e i residui M C, P F, H L, che sono parimente eguali fra loro, mostrerebbero ciò, che resterebbe di vivo alle velocità; ed è facile il vedere, che la detta curva H P M sarebbe un'altra parabola coll' asse paralello ad A B, e col vertice V situato nella retta O Q in distanza eguale fra O, e Q.

Che se in vece di esprimer le resistenze dipendenti dalla prima delle dette due cagioni con lo spazio A B I d'una parabola col vertice in Q, si stimasse doverle esprimere alla maniera del P. Grandi, cosicchè A B I fosse una parabola col vertice in A, e sempre dello stesso parametro delle altre; allora i residui A C, I L non sarebbero eguali, e la linea delle resistenze totali H M, che le dividerebbe per metà, sarebbe un'altra curva di natura più composta.

Quando dunque fosse nota l'altezza B S, sotto cui il fiume correrebbe allo sbocco colle velocità libere della parabola O L, e per conseguenza noto lo spazio S R L B rappresentante la quantità d'acqua del fiume, descritta la curva delle resistenze totali H M nell'una, o nell' altra delle due maniere predette, se lo spazio M C L H terminato al di sopra dell' ordinata A C, che passa per la superficie del recipiente, fosse eguale allo spazio S R L B, allora il pelo dell'influente dovrebbe alzarsi per l'appunto fino in A, e quando no, dovrebbe arrestarsi o sopra, o sotto

ſotto il punto A, come ſi è ſpiegato nel conſiderare le altre ipoteſi.

Volendoſi però combinar queſte ipoteſi delle reſiſtenze con quella delle velocità del noſtro Autore, tornerebbero ad aver luogo le conſiderazioni fatte di ſopra, cioè che ſe la velocità della ſuperficie ſi ſuppo-neſſe affatto nulla, onde il vertice variabile della parabola doveſſe ſempre trovarſi nella ſuperficie del fiume influente, non potrebbe giammai il pelo di queſto ſtabilirſi nè in A, nè di ſotto al punto A, ma neceſſariamente dovrebbe nello sbocco paſſare ſopra quello del recipiente; e ſe la detta velocità della ſuperficie non foſſe affatto nulla, potrebbe bensì allora il pelo influente ſtabilirſi o in A, o ſopra di A, o qualche poco di ſotto; ma non ne ſarebbe determinabile la poſitura per mancanza dei dati neceſſarj, come ſi è ſpiegato poc'anzi in queſta medeſima Annotazione.

Queſto è ciò, che ho ſtimato dover accennare intorno alla difficil materia dei rigurgiti, di cui tratta in queſto luogo l'Autore, e che non ho voluto tacere, benchè le conſeguenze, che ne riſultano, non ſiano in ogni parte uniformi a' ſuoi inſegnamenti.

## ANNOTAZIONE VII.

(Al Corollario IV. della Propoſizione I.)

E *Perciò dal punto, nel quale i fiumi ſono alterati dalle agitazioni, o riſtagni del mare, il fondo degli alvei ſi rende meno declive, e la declività va ſempre ſcemando quanto più s'accoſta alla foce ec.*

Per più piena ſpiegazione di ciò, che quì ſi aſſeriſce, ſi deve avvertire, che lo ſtabilimento di tutto l'alveo ſuperiore del fiume dipendendo da quello dello sbocco, ſi deve intendere, che il primo ſia ſucceduto in ſeguito del ſecondo, e non già che dopo ſtabilito il letto ſuperiore, la parte più vicina allo sbocco ſi ſia ridotta a quelle declività, delle quali quì ſi parla, e che ſono effetto del fluſſo, e rifluſſo del mare. Fingiamo dunque (*Tav.* 17. *Fig.* 79.), che il punto A della ſpiaggia ſia quello, in cui debba sboccare un fiume, che nuovamente s'incammini riſtretto fra argini fino al detto punto, e poniamo, che la ſua larghezza (che ſupporremo uniforme) non ſi poſſa accreſcere a cagione della reſiſtenza delle ſponde all'allargamento; ma che per altro la profondità poſſa aumentarſi, eſſendo il fondo capace di corroſione; e ſia B A quella poſitura del letto del fiume, ſopra cui potrebbe ſmaltir le ſue materie ſenza interrimento, nè profondamento, ſe egli doveſſe proſeguire il ſuo viaggio oltre il punto A. Inconstrando dunque in A la ſuperficie del mare, il cui pelo baſſo ſia A T, non potrà per le coſe dette mantenerſi il fondo dello sbocco in A, ma dovrà ſeppellirſi come in C, tanto che le maggiori piene del fiume poſſano aver eſito ſotto il pelo A T per la ſezione A C, e il pelo di eſſe concorra con T A nel punto A, e con ciò ſarà neceſſario, che ſi abbaſſi eziandio l'alveo A B. Non dovrà tuttavia queſt' alveo nell'abbaſſarſi ſerbare nelle parti vicine allo sbocco la primiera inclinazione con ridurſi alla poſitura C D paralella ad A B, come per altro ſarebbe, ſe le vicende del fluſſo, e rifluſſo non concorreſſero ad alterarlo per le ragioni, che quì adduce l'Autore; ma per tutto quel tratto, a cui ſi potrà avanzare l'effetto di tale reciproca agitazione, dovrà farſi meno declive in maniera, che la declività di mano in mano ſia minore a miſura della maggior vicinanza al punto C, prendendo la poſitura concava C E, e dal punto E in ſu (al qual punto parmi veriſimile, che ſia per giugnere almeno l'orizzonte della marea baſſa T A) ſi diſporrà poſcia nella poſitura E F, paralella ad A B, che dovrà eſſer tangente della curva E C nel punto E. Che ſe, oltre l'abbaſſarſi del fondo, poteſſe ancora, come d'ordinario accade, dilatarſi l'alveo, il profondamento A C non ſi richiederebbe sì grande; e potrebbe anco in tal caſo ſuccedere ciò, che l'Autore moſtrò nel Corollario III., e IV. della Propoſizione III. del Capo V., cioè, che il fondo rimaneſſe più alto nelle parti più vicine all'eſito, che nelle più lontane, riaſcendendo l'acqua per un piano acclive, come appunto ſuccede nel Po, che preſſo gli sbocchi moltiplicando i rami, ſi allarga a più doppj. Colla concavità del fondo va congiunta in queſto

sto fiume anche quella del pelo basso; ma ciò non succede nel pelo delle piene, che al contrario è più inclinato in quel tratto; ma tali inclinazioni de' peli, e de' fondi sono varie in diversi fiumi, secondo le diverse combinazioni delle profondità colle larghezze.

Questo discorso si adatta propriamente a' fiumi perenni, ne' quali la forza della loro acqua si unisce con quella del riflusso a mantenere la concavità E C; ma si può anco in qualche maniera applicare a' torrenti, benchè in questi l'effetto non debba essere sì grande, nè estendersi a tanto spazio, specialmente ove esigano molta pendenza.

Per quello, che riguarda lo sbocco d'un fiume in un altro fiume, dove non hanno luogo le vicende del flusso, o riflusso, parmi, che quando l'influente non potesse allargarsi, ma dovesse farsi passaggio sotto il recipiente solo a forza di profondarsi, il fondo in vece di divenir meno declive presso lo sbocco, dovesse farsi più ripido, e forse convesso colla convessità rivolta allo insù; ma tal declività si torrebbe, o si diminuirebbe in gran parte per le posature, che succederebbero nello stesso calare dell' influente, come si è detto nell' Annotazione I.

## ANNOTAZIONE VIII.

( Alla Proposizione II. )

*LA cadente del pelo d'acqua del fiume influente, non variandosi la superficie del mare, tende sempre al termine medesimo; e però è necessario, che ella sia più inclinata verso lo sbocco in tempo di piena, che in acqua bassa.*

Nell' Annotazione I., e nella VI. si è veduto, che non può essere universalmente vero, che la cadente del pelo del fiume tenda sempre al medesimo punto, quando si supponga invariato il recipiente, ma che ciò ha solamente luogo per l'ordinario ove questo sia nello stato di sua maggior bassezza, e può averlo solo per accidente in altri stati; e però non si può prender per fondamento a dimostrare universalmente, che la detta cadente sia più inclinata in tempo di piena, che in acqua bassa dell' influente. Ciò non ostante si può provare tal asserzione in altra maniera. Sia dunque (*Tav.* 17. *Fig.* 80.) la superficie dell'influente fuori di piena A B, e siano due sezioni di esso, una B F soggetta al rigurgito, la quale incontri in G l'orizzonte C D del recipiente; l'altra H A libera, cioè superiore al detto orizzonte. Pongasi primieramente, che le dette sezioni sieno egualmente larghe, onde per le cose dette nell' Annotazione I. B F sarà necessariamente più profonda di A H. Sia nella sezione libera la parabola A I H quella, che esprime il complesso delle velocità, cioè a dire la quantità d'acqua del fiume, il cui vertice (per non partirmi dalla ipotesi dell' Autore, che stima potersi ordinariamente trascurare la velocità della superficie) supporremo essere nella stessa superficie in A. Intendasi descritta col medesimo parametro la parabola B F K; anch' essa col vertice B nella superficie della sezione impedita B F. Sia finalmente G L la curva, che esprime le resistenze del recipiente nella sezione B F. Esprimendosi dunque per B F K le velocità, colle quali l'acqua passerebbe per B F, se questa sezione fosse libera, e per la curva G F L le resistenze, che incontra, lo spazio B K L G esprimerà ciò, che resta di vivo alle velocità, cioè a dire la quantità dell'acqua, che realmente passa per B F, onde il detto spazio sarà eguale alla parabola A H I. Sopravvenga ora al fiume un'escrescenza, che nella sezione H A ne alzi il pelo fino in M, e descrivasi con lo stesso parametro la parabola H M R, la quale nelle dette ipotesi esprimerà le velocità, e la quantità d'acqua del fiume nel nuovo stato; onde lo spazio M A I R sarà l'accrescimento dell'acqua. Si prenda nella F B prolungata al di sopra la porzione B O eguale ad A M, e descrivasi col vertice O sempre col medesimo parametro la parabola O F P. E perchè, come già si è veduto, da tutti non si conviene nelle ipotesi delle resistenze, supponiamole in primo luogo indipendenti dalle velocità, ma solo variabili, secondo le altezze del recipiente, come le suppone il P. Abate Grandi; onde la curva delle resistenze nel nuovo stato del fiume dovrà tuttavia essere la stessa G F L.

Essendo dunque lo spazio O B K P maggiore dello spazio M A I R (come si fa manifesto, prendendo O N eguale ad M H, e ordinando N X T, che taglierebbe lo spazio O B X T eguale senza dubbio allo spazio M A I R), ed essendosi mostrato BKLG eguale ad AHI, sarà la somma O G L P maggiore di M H R. Ma lo spazio O G L P esprime il complesso delle velocità vive, cioè la quantità dell'acqua, che passerebbe per F O, se la piena si alzasse fino in O, la qual quantità deve essere eguale ad MHR, e non maggiore di essa: dunque l'altezza B O, che si è fatta eguale ad A M, è soverchia per ismaltire l'acqua della piena, e però il pelo di essa dovrà restare più basso di O, disponendosi, come in M S, coll'alzamento B S, minore di A M, e con inclinazione maggiore di quella del pelo basso A B.

Nelle altre ipotesi delle resistenze, cioè facendole variabili con qualche rapporto alle velocità, sussisterebbe ancora la medesima asserzione; ma la dimostrazione sarebbe più difficile, e troppo in lungo ci condurrebbe applicarla a ciascuna ipotesi. Il fondamento però in tutti i casi sarebbe il medesimo, cioè che nella sezione impedita le resistenze nello stato di escrescenza si aumenterebbero in minor ragione di quella, che crescessero le velocità di tutta la sezione nell'alzarsi la piena, atteso l'accrescimento dell'altezza G B, che in ogni ipotesi è libera dal rigurgito.

Finalmente, se in vece di supporre la sezione B F maggiore di A H in profondità, si supponesse maggiore di essa in larghezza, e per altro eguale in altezza corrente, ne nascerebbe la medesima conseguenza, avvertendo allora, che gli spazj B G L K, S G L Q non debbono essere eguali alle parabole A H I, M H R, ma minori di esse in ragion reciproca delle larghezze.

Molto meno poi debbono alzarsi le piene presso lo sbocco, quando le larghezze avanti la piena fossero morte, come per lo più succede, e come nota l'Autore nel §. seguente, e più sopra nel Capo VII. §. *Sono gli alvei*.

## ANNOTAZIONE IX.

(Al Corollario III. della Proposizione II.)

*Non è già conforme alla verità . . . . che i fiumi vicino al mare crescano di velocità, se non in quanto la vicinanza dello sfogo libero ec.*

Parmi, che parlando della velocità della sola superficie, e in istato di piena si possa sostenere, che vicino agli sbocchi la superficie del fiume sia più veloce, che nelle parti più lontane, mentre in queste cammina paralella, o quasi paralella al fondo, e all'acqua bassa; laddove presso lo sbocco per le cose dette maggiormente s'inclina.

## ANNOTAZIONE X.

(Alla Proposizione III.)

*Se l'alzamento dell'acqua d'un fiume allo sbocco si farà per cagione di qualche impedimento . . . . ritardante il corso di esso, e particolarmente per lo ristagno del mare, o per rigurgito della piena di qualche fiume recipiente . . . . l'acqua si eleverà più vicino allo sbocco, che nelle parti superiori.*

Prolunghisi il pelo del recipiente T A (*Tav.* 17. *Fig.* 81.) fino a che interséchi in D il pelo dell'influente I E B, il quale prima dell'alzamento del recipiente in T A si suppone, che andasse nella sezione dello sbocco F B a ferire nel punto B, o fosse ivi sostenuto, o no da altro antecedente rigurgito. Farà dunque il recipiente nel nuovo stato T A qualche resistenza alla sezione D G: dunque obbligherà l'acqua ad alzarsi, come in G K. E perchè deve esservi un punto nel pelo I E B, di sopra al quale non è possibile, che segua per lo rigurgito alcuna alterazione, come nell'Annotazione II. si è detto (e sarà al più il punto E della sezione E M, al cui fondo M giugne l'orizzonte TAD), è manifesto, che il pelo E K più si sarà alzato nella sezione G K, che nelle superiori fra G, ed M, e che il detto pelo K E sostenuto dal rigurgito sarà meno inclinato del pelo primiero I E B; e ciò dee sussistere qualunque sia il punto dell'orizzonte T D, in cui il pelo E K vada ad intersecarlo.

ANNO-

# ANNOTAZIONI

## AL CAPO NONO.

### ANNOTAZIONE I.

(Dopo la Proposizione I. §. *La verità*)

*SE si misureranno le larghezze di tutti i fiumi, che unendosi formano un fiume maggiore, si troverà infallibilmente, che esse insieme unite supereranno quella del fiume maggiore.*

Nella visita del Po fatta l'anno 1719. per l'affare del Reno, cominciando fin sopra lo sbocco del Tesino, si trovò la larghezza di questo in una delle sue sezioni non molto lontano dal detto sbocco di pertiche Bolognesi 88., e quelle del Po in una sezione poco superiore al medesimo sbocco di pertiche 106., che sommano pertiche 194.; e contuttociò in un'altra sezione del Po alquanto di sotto alla confluenza non si ebbero di larghezza, che pertiche 87., considerando sempre le sole larghezze occupate dall'acqua nello stato, in cui que' fiumi si ritrovavano al tempo delle osservazioni (come dagli atti di quella visita degli ultimi di Novembre, e dei primi di Dicembre 1719.); onde la larghezza dell'alveo dei fiumi uniti non solo fu minore della somma delle larghezze di essi separati, ma eziandio minore di ciascuna delle dette larghezze prese da se sole. E sebbene per fare più esattamente simili confronti converrebbe prendere le larghezze minime degli uni, e dell'altro, affinchè i divarj trovati non si potessero attribuire alle irregolarità delle stesse larghezze, nulladimeno la gran differenza, che qui si scorge fra quella del Po, e del Tesino uniti, e la somma delle larghezze loro separate agevolmente fa intendere, che anco praticando una simil cautela nella scelta delle sezioni, vi rimarrebbe ancora qualche diminuzione ne' fiumi uniti, secondo l'asserzione dell'Autore.

### ANNOTAZIONE II.

(Alla Proposizione II.)

*PRofondandosi acquisterà l'acqua maggior altezza, e per conseguenza maggiore velocità.*

L'aumento della velocità, che qui si suppone andar congiunto con quello dell' altezza, fa intendere, che quell'ulteriore profondamento, di cui qui si ragiona (dopo quel primo, che unicamente dipende dalla velocità accresciuta del filone del fiume) ha luogo solamente in que' casi, ne' quali la velocità cresce al crescere dell' altezza. Potrebbe per avventura nascer dubbio, che l'aumento dell'altezza potesse restituire alla sezione quella capacità, che avesse perduta allo scemare della larghezza; onde essa riuscisse egualmente ampia, avvegnachè più angusta della somma delle sezioni dei fiumi uniti; ma ciò non può succedere, perchè crescendo coll'altezza anco la velocità, ogni poco d'aumento d'altezza può equivalere a molto più di larghezza perduta; onde la sezione dopo il profondamento rimarrà sempre più piccola, e dovrà anco essere più veloce.

### ANNOTAZIONE III.

(Al §. *Per un'altra ragione*)

LA ragione, che qui si adduce dell'abbassamento dello sbocco dei fiumi uniti rispetto a quelli dei medesimi disuniti, è più universale di quella, che egli ha addotta finora, mentre non è ristretta, come questa, alle circostanze dell'egualità perfetta di due fiumi, che insieme si uniscono. Si può anche per maggiormente confermare il profondamento dell'alveo dopo l'unione adattar qui tutto ciò, che si disse dall'Autore nella Proposizione II. del Capo V., e ne' suoi Corollarj, ove generalmente mostrò, che quanto

maggiore è la forza dell'acqua, e la copia di essa, tanto meno sono declivi i letti dei fiumi; onde questi dopo la confluenza dell'uno coll'altro spianano maggiormente i loro alvei.

## ANNOTAZIONE IV.

( Al Corollario II. della Proposizione II. )

E' *Anche chiaro, che le sezioni dei fiumi uniti saranno sempre minori della somma delle sezioni dei disuniti.*

Questa dottrina è coerente con ciò, che abbiamo detto poc'anzi nell'Annotazione II. del presente Capo; e si potrebbero addurre per comprovarla diverse osservazioni tratte dalle visite del Po, e de' suoi influenti, se l'irregolarità delle altezze, e delle larghezze permettesse di mettere i fatti in una totale evidenza.

## ANNOTAZIONE V.

( Alla Proposizione III. )

E *Perchè i due fiumi, che compongono il fiume unito B H, si suppongono eguali, e simili, dovrà il fondo di ognuno di essi essere unito al fondo G H.*

Ciò è stato dimostrato nel Capo VIII. alla Proposizione I. §. *Ma perchè i fiumi.*

## ANNOTAZIONE VI.

( Al Corollario I. della Proposizione III. )

Q*Uando lo sbocco del primo nel secondo dovesse restare più basso, che se corresse da se al mare, proporzionabilmente si escaverebbe il fondo del fiume influente.*

Il caso, che qui si figura, che facendo sboccare un fiume in un altro, il fondo dello sbocco possa restar più basso di quel che sarebbe, se l'influente andasse da se solo al mare, non è impossibile, benchè lo paja a prima vista; imperocchè può darsi, che per l'unione di due fiumi talmente s'abbassi lo sbocco in mare, e con esso tutto l'alveo del recipiente, e che in in oltre l'inclinazione del pelo basso di questo dopo l'unione ( dal qual pelo si dee prender regola per lo sbocco dell' influente in esso ) divenga sì scarsa, e che finalmente la distanza del punto dell' unione dei due fiumi dallo sbocco del recipiente in mare sia così piccola, che l'orizzonte del fondo dell'influente, stabilito che sia sotto il detto pelo basso del recipiente, riesca assolutamente più basso di quel che riuscirebbe in mare, quando vi andasse da se solo, massimamente ove dovesse sboccare in una spiaggia di mare di poco fondo, e però incapace di lasciar profondare di molto il detto sbocco dell' influente, se egli vi entrasse.

## ANNOTAZIONE VII.

( Alla Proposizione IV. )

P*Oichè i fiumi, quando son maggiori, hanno regolarmente maggior larghezza d'alveo ec.*

Intende l'Autore di paragonar in questo luogo la larghezza dell'alveo comune de' fiumi uniti con quelle di ciascuno de' due fiumi eguali, de' quali suppone fatta l'unione nel detto alveo; e però può stare, che la detta larghezza sia maggiore d'ognuna delle dette due larghezze separatamente prese, benchè di sopra abbia mostrato dover ella esser minore della loro somma.

## ANNOTAZIONE VIII.

( Alla detta Proposiz. IV. §. *Può alcuno* )

L'*Esperienza fa vedere, che negli alvei fatti di terra più può per escavar il fondo ogni poco di velocità aggiunta, che per elevare la superficie la copia dell' acqua influente.*

Tale esperienza si adduce poco più sotto al §. *In prova di ciò*, parlando del Lamone, e del Po di Primaro, e ad essa si ponno aggiugnere quelle de' fiumi maggiori paragonati ai minori, delle quali parleremo nell' Annotazione seguente.

ANNO-

## ANNOTAZIONE IX.

(Al Corollario I. della Propofizione IV.)

*SE fi prenderanno due fiumi correnti al mare, l' uno, e l' altro nella fua piena maffima, col pendio della quale fuol camminare il piano fuperiore degli argini; e fe fi livellerà o la fuperficie della piena, o il piano predetto degli argini, fempre fi troverà, che maggiore farà l' inclinazione ne' fiumi minori, che ne' maggiori.*

Così appunto fi trova nel Po grande paragonato co' fiumi minori, che gli fcorrono quafi paralelli, e che vanno a sboccare allo fteffo termine comune del mare Adriatico; per quanto fi può raccorre dalla combinazione delle livellazioni fatte di quefti fiumi particolarmente nell' anno 1721., e ridotte a eguali diftanze dal mare.

L' argine finiftro del Po poco fopra allo sbocco, che fa in effo la foffa della Policella, cioè fra il detto sbocco, e la chiavica Barbazza, ed anco in qualche luogo più in fu fin verfo la chiavica di Ravano, è più alto dell' argine deftro del Canal bianco (il quale porta le acque del Tartaro, e del diverfivo dell' Adige, detto il Caftagnaro) all' imboccatura della detta foffa piedi 1. 6. in circa. La diftanza del detto fito del Po dalla fua foce principale, mifurata fecondo l' andamento del Po, è di miglia 32. in circa; ma quella del mentovato fito del Canal bianco, mifurata fecondo il corfo di quefto, è minore per fei miglia in circa: ora nella lunghezza di fei miglia gli argini del Po fi trovano pendere più di tre piedi e mezzo; onde paragonando quel punto del Po, che è egualmente lontano dal mare, col detto punto del Canal bianco, faranno gli argini del Po più baffi di quelli del Canal bianco due buoni piedi. Parimenti il più alto fegno delle piene del Po, indicato al foftegno della Cavanella, fi trova più alto piedi 4. 1. 5. del fegno delle piene dell' Adige indicato alla Torre nuova. La Cavanella è diftante dallo sbocco del Po miglia 12. e un quarto; ma la Torre nuova non è lontana da quello dell' Adige che miglia 6. e mezzo, onde la differenza è di miglia 5. e tre quarti. Il pelo del Po alla Cavanella è più alto del pelo del Mar baffo piedi 10. 10.; è però fe tal caduta conviene alla diftanza di miglia 12. e un quarto, la detta differenza di miglia 5. e 3. quarti richiederà in quefto fito del Po piedi 5. 1. in circa; e riducendo la detta altezza a una diftanza dal fuo sbocco eguale a quella dell' Adige dal fuo, refterà la piena del Po più baffa di quella dell' Adige un piede in circa.

## ANNOTAZIONE X.

(Al Corollario II. della Propofizione IV.)

*ED effendo ciò vero anco rifpetto alla cadente dell' acqua baffa, ne fegue ec.*

Anche quefta verità fi conferma dall' efperienza del Po, e de' fiumi predetti. Il pelo del Canal bianco all' imboccatura della foffa della Policella fi trovò nelle dette livellazioni (li 20. Marzo 1721.) aver cadnta di piedi 5. fopra il pelo del Po allo sbocco della medefima foffa, con tutto che il Po non foffe allora nella fua maffima baffezza, e con tutto che il detto punto del Canal bianco (come poc' anzi fi è accennato) fia per lo meno 6. miglia più vicino al fuo termine in mare. Era il pelo del Canal bianco più baffo della fommità de' fuoi argini piedi 11. 8. 8., cioè a dire in iftato di gran magrezza, mentre da altre offervazioni fatte in quelle vicinanze, cioè alla chiavica del Bufo di Borella gli 8. Aprile 1721., fi raccoglie, che quando il detto pelo è più baffo degli argini piedi 11. 1. 1., non ha nel maggior fondo, che piedi 2. 4. d'acqua. Così pure il pelo dell'Adige alla Torre nuova in diftanza di miglia 6. e mezzo dal fuo sbocco fi trovò più alto di quello del Po alla Cavanella, in diftanza di miglia 12. e un quarto dalle fue foci, piedi 2. 2. 3.; la pendenza del pelo del Po in miglia 5. e tre quarti, che vi fono di differenza fra le dette diftanze, è in quel tratto di once 4. 2.; e però riducendo il pelo del Po a quel che farebbe in fito corrifpondente a quello dell' Adige, riufcirebbe più baffo di quefto piedi 2. 6. 5. Ben è vero, che l' Adige non era nella fua maggior baffezza, come vi era a un dipreffo il Po, onde il divario de' peli infimi di quefti fiumi nei due

fiti,

siti, che si paragonano, sarà qualche cosa di meno dei detti piedi 2., 6., 5.; nè è maraviglia, che non vi si trovi, che una piccola differenza in tanta vicinanza al termine comune del mare, sul quale debbono a un dipresso andarsi a spianare le linee cadenti dell' uno, e dell' altro fiume.

## ANNOTAZIONE XI.

( Al Corollario V. della Proposizione IV. )

NE *segue, che la cadente della piena sarà meno inclinata in questo pezzo d' alveo, che nel restante più alto ec.*

Torna qui a proposito metter sotto gli occhj con un piccol profilo non pure quello, che si dice in questo Corollario, ma tutto ciò, che si è detto nel presente Capo Nono in ordine all' abbassamento dei fiumi per la loro unione.

Sia dunque ( *Tav.* 17. *Fig.* 82. ) A B il pelo basso di un recipiente, sotto cui sbocchi alla profondità A D il fiume solitario F O D A, il cui pelo in somma escrescenza sia F C A, e il fondo stabilito O E D ( o siano le linee del pelo, e del fondo paralelle, o come si vuole inclinate ) e intendasi, che nella sezione C E del medesimo si faccia andare a sboccare un nuovo fiume. Dovrà dunque per le cose dimostrate nella Proposizione II. di questo Capo abbassarsi nella detta sezione il fondo E, anzi tutto il letto fino allo sbocco rendersi meno declive quanto richiede la forza dell' acqua aggiunta di nuovo al recipiente; onde posto che la linea G D abbia quella pendenza, che può esigere tal forza, dovrebbe G D essere la cadente da stabilirsi del nuovo letto, se lo sbocco si mantenesse tuttavia col suo fondo nel punto D. Ma perchè secondo le cose dette al §. *Per un' altra ragione* della medesima Proposizione II., il punto D si dee profondare, sia il profondamento, a cui si stabilirà lo sbocco, D L, onde la sezione della foce sia divenuta A L, e per essa possa smaltirsi per l' appunto tutta l' acqua dei fiumi uniti, e pieni. Tirando dunque L H paralella a D G, sarà L H la linea del fondo stabilito dopo l' unione. In oltre, perchè alla Proposizione III. si è mostrato dovere la cadente del pelo dell' alveo comune a' fiumi uniti esser meno inclinata all' orizzonte di quella del solo fiume F A, si dovrà dopo l' unione predetta abbassare il pelo delle piene come in A I. Perchè poi nella Proposizione III. si è fatto vedere, che superiormente all' unione ciascuno dei due fiumi dee abbassare il suo fondo, ed uguagliarlo nel punto dell' unione con quello dell' alveo comune, ritenendo per altro ciascuno di essi la primiera declività, tirando per H ( che è il punto dell' alveo comune nella sezione della confluenza ) la linea H M paralella ad E O, sarà H M la positura, a cui di sopra all' unione si ridurrà coll' escavazione il primiero fondo del recipiente E O. Quindi è, che nelle parti più lontane alla confluenza il pelo delle piene del primo fiume si dovrà abbassare come in N P ( per il Corollario IV. di questa Proposizione ) per modo, che le altezze P R, M N delle piene sopra il fondo M R restino a un dipresso eguali a quelle, che aveva il fiume ne' siti corrispondenti sopra il vecchio fondo O E; ma nelle parti più vicine alla confluenza, come nel tratto del nuovo fondo R H dovrà alterarsi il pelo delle dette piene per l' impedimento del rigurgito delle nuove acque, le quali richiedendo nella prima sezione I H dei fiumi uniti una tal altezza di corpo, come a cagion d' esempio I H, obbligheranno il pelo N P, che dee andare a concorrere con I A nel punto I, o non molto lungi da I a rendersi meno inclinato, che nelle parti superiori, piegandosi come in P I quanto potrà bastare all' equilibrio della forza delle proprie acque colla resistenza delle acque dei due fiumi congiunti ( come si avverte nel presente Corollario V. ), rimanendo tuttavia la cadente del pelo della piena tanto del primo fiume, quanto dei fiumi uniti N P I A tutta più bassa della primiera cadente A C F, siccome il fondo M H L rimarrà tutto più basso del primo fondo O E D.

AN-

## ANNOTAZIONE XII.

( Dopo il Corollario VII. della Proposizione IV. §. *Tutto ciò* )

**S***E lo sbocco di mare fosse impedito o in una spiaggia di poco fondo, e che però lasciasse luogo di dubitare, che il prolungamento della linea potesse in breve togliere la necessaria caduta al fiume ec.*

Non si può dubitare, che l'accrescimento di nuove acque in un fiume non possa contribuire a togliere, o a scemare quell' alzamento, che potesse succeder di esso per lo prolungamento della sua linea, sboccando egli in una spiaggia di mare di poco fondo, in quanto le dette acque aggiunte debbono, per le cose finora dimostrate, far abbassare e lo sbocco, e tutto il letto del fiume. Solo potrebbe alcuno mover dubbio, se trattandosi di un fiume torbido aggiunto ad un altro, potesse col moltiplicarsi la materia terrestre accelerare il prolungamento predetto della linea, e con ciò peggiorare la condizione del fiume. A rimover tal dubbio sia ( *Tav.* 18. *Fig.* 83.) A B il fondo del fiume, in cui si vuole introdurre l'altro, B il suo sbocco in mare. Si tiri l'orizzontale B C, e pongasi, che il fiume A B sia atto colle sue torbide a prolungar l'alveo in un dato tempo v. gr. in dieci anni per lo spazio BC, talmente che dopo tal prolungamento, e in capo al detto termine il fondo dello sbocco si debba esser protratto fino in C, e il fondo tutto del fiume trasportato in C D paralella ad A B. Venga ora introdotto nel fiume A B l'acqua di un altro fiume ancorchè torbido. Per le cose finora dette è manifesto, che quando sarà seguita la protrazione della linea fino in C ( tosto, o tardi, che ciò sia ) il fondo dell' alveo comune non potrà trovarsi nella positura D C, ma dovrà averne presa un' altra meno inclinata, come C E, qual si conviene alla maggior forza dell' acque insieme congiunte; anzi dovendosi da queste acque abbassare anco il fondo dello sbocco, come in F, la vera linea, su cui il nuovo fondo si troverà dopo il detto prolungamento, sarà la F G paralella a C E, la qual linea F G necessariamente taglierà il primiero fondo avanti il prolungamento in un punto O anche più vicino a B del punto I, in cui l'avrebbe tagliato la retta C E ( anzi potrebbe anco tal sezione O cadere di sotto al punto B ), e taglierà parimente l'orizzontale B C in qualche punto, come in H. Ancorchè dunque si supponga, che per la maggior copia di terra portata dal fiume aggiunto, il prolungamento della linea da B fino in C sia seguito qualche poco più sollecitamente di quei dieci anni, ne' quali si supponeva poter seguire colle deposizioni del solo primo fiume, e avanti l'introduzione delle nuove torbide, nulladimeno è manifesto, che il tratto del nuovo fondo F H resterà assolutamente più basso dell' orizzontale B C non che dell' alveo prolungato D C, e che parimente la parte superiore del nuovo alveo O G dall' intersecazione O al di sopra sarà anch' essa più bassa e dell' alveo primiero A O, e molto più di quell' altro D C, che in que' dieci anni si sarebbe formato; onde in caso che il punto O cada fra I, e B, non vi sarà, che il solo tratto d' alveo O H ( cioè quello, che scorrerà fra le nuove alluvioni, dove già era mare, o pure assai vicino ad esso fino al punto H ) che sia veramente più alto del tratto corrispondente O B; ma tuttavia sempre più basso di tutto il fondo D C, che in quel numero d' anni si sarebbe formato; e però niuno assoluto alzamento sarà seguito nel fiume, maggiore di quello, che ne' detti dieci anni sarebbe seguito, anzi nella maggior parte de' luoghi egli si sarà positivamente profondato, e più lungo tempo di que' dieci anni si richiederà a produrre un prolungamento tale, che il punto O, in cui il nuovo fondo stabilito dee incontrare il primiero letto A B, si avanzi all' insù nelle parti più lontane dallo sbocco, e ciò non ostante al disopra di quel punto il fiume sempre avrà guadagnato in profondità, onde maggiore sarà sempre il beneficio per la forza dell' acqua accresciuta, che il danno per la materia terrea aggiunta al fiume.

Tutto ciò si è detto nel supposto dell' Autore, che il poco fondo della spiaggia dia luogo a temere prolungamento di linea. Per altro dove il mare ha fondo considerabile, non segue un tal effetto; perocchè

rocchè le burrasche rimescolando le materie deposte da' fiumi, le assorbiscono, e le portano in alto mare. Atteso ciò, non si può supporre, come pare, che alcuni vogliano, che gli aumenti delle spiaggie, o i prolungamenti delle linee de' fiumi siano proporzionali a' tempi, ma si dee aver riguardo alla qualità de' fondi; altrimenti vedendosi talvolta prolungate le dette linee in pochi anni qualche centinaja di pertiche, si dovrebbe credere, che due mila anni fa il mare giungesse assai più dentro terra di quello che veramente sappiamo, che egli vi giungeva.

## ANNOTAZIONE XIII.

( Al detto §. *Tutto ciò* )

IN *somma è necessario un ben pesato giudizio di tutte le circostanze ec.*

Fra le circostanze, che si debbono ponderare per accertarsi se sia espediente l'unione di più fiumi, una se ne considera dall' Autore nella Proposizione V. di questo Capo, ed altre ancora se ne adducono nel Capo ultimo del presente Trattato. Ma oltre di queste è anco da avvertire, che intanto debbono ne' fiumi uniti seguire quegli affetti di abbassamento e del fondo, e del pelo, che si sono dimostrati, in quanto la forza delle acque di amendue cospira a produr tali effetti; onde se questi debbono succedere, convien supporre, che le acque predette in quello stato, in cui hanno forza di escavare gli alvei, cioè a dire nello stato di loro piena, insieme concorrano, e confluiscano nel letto commune, che è quanto dire, che le escrescenze de' fiumi, che si tratta di unire, siano ( almeno in qualche grado di considerabile altezza ) contemporanee per modo, che l'uno, e l'altro fiume ad un tempo stesso congiunga in quell'alveo le proprie forze a produrne l' escavazione. E però malamente ragionerebbe chi fondandosi sulla dottrina finora esposta, volesse applicarla a fiumi talmente disparati, che le loro piene ordinariamente non si incontrassero ad un tempo stesso, e specialmente ove si trattasse di semplici torrenti senza alcun ajuto d'acque perenni; imperocchè sebbene anco rispetto a questi in un caso, che si dasse di concorso simultaneo di qualche loro escrescenza, comincierebbe la natura a produrre quegli effetti, che si sono spiegati; nulladimeno difficilmente in una sola piena potrebbe compirli; e posto che li compisse, venendo poi in altri casi le piene dell' uno senza quelle dell' altro, si potrebbe perdere tutto il guadagno fatto nel primo caso, anzi si potrebbe peggiorare di condizione a riguardo del dilatarsi che allora dovrebbe fare la piena d' un solo fiume per una larghezza proporzionata ad amendue i fiumi uniti.

## ANNOTAZIONE XIV.

( Al §. *Io non intendo* )

IO *non intendo perciò di riprovare le risoluzioni di tutti quelli, che divertiscono acqua da' fiumi, siasi per irrigazioni, o per condotta di canali navigabili ec.*

Pare, che l' Autore in questo luogo contrapponga all'unione de' fiumi, finora da lui commendata, e mostrata vantaggiosa, la diversione dell' acqua, o sia la diramazione d'un fiume in più alvei, o canali. Quì tuttavia è da ponderare, che propriamente parlando in ordine agli effetti finora accennati, all' unione di due fiumi si contrappone più tosto l' esclusione d' un influente dal suo recipiente ( esemplificata poc' anzi da lui medesimo nella rimozione de' torrenti della Romagna dal Po di Primaro ) col mandarlo a sboccare ad altro termine, che la divisione di un solo fiume in più rami. La ragione è, perchè il diramare l'acqua d'un fiume non è propriamente altro, che un dilatarne l' alveo, mentre facendosi un nuovo canale, si viene a fare scorrere in maggior larghezza quell' acqua medesima, che passava per minor larghezza; il che può bensì far alzar il fondo al punto della diramazione, gittando ivi un ridosso (come al Corollario IV. della Proposizione III. Capo IV. ); ma non può alzarsi il pelo superiore, mentre la maggior dilatazione, che si dà all' acqua, non permette tal alzamento, anzi può per qualche tratto all' insù seguire abbassamento, e inclinazione maggiore, dilatandosi anche superiormente il fiume; e sebbene il vecchio alveo dalla diramazione in giù

dovrà

dovrà anco ristrignersi; tuttavia la somma delle due larghezze sempre resterà maggiore della primiera larghezza; ma quando si devia da un recipiente un fiume solito a sboccarvi, non si fa artificialmente alcun cangiamento nella larghezza del recipiente, ma solo sottraendo in esso la forza all'acqua, si obbliga egli stesso e a ristrignersi, e ad alzarsi di fondo (come pur dee seguire nell'influente deviato), e tal alzamento si dee propagare nell'uno, e nell' altro fiume anco alle parti superiori, e alterare tutta la cadente del fondo con elevarla, e con farne eziandio alzare la superficie, come dalla dottrina di sopra stabilita facilmente si raccoglie.

# ANNOTAZIONI

## AL CAPO DECIMO.

### ANNOTAZIONE I.

(Al §. *Quando un fiume*)

E*Ntrando i fiumi influenti in acqua bassa del recipiente, accrescono l'altezza di questo più che non fanno in acqua alta.*

Questa verità viene comprovata dalla comune sperienza almeno ne' tratti de' fiumi assai lontani dalle loro origini; ed è quella, che ha servito di fondamento alla maggior parte degli Scrittori di questa materia a riconoscere, che le velocità de' fiumi hanno per lo più qualche connessione, e dipendenza dalle altezze correnti delle loro sezioni, comecchè abbiano poi variato nello stabilirne le leggi. In fatti non è così facile lo spiegare un tal fenomeno, supponendo, che le velocità dipendano dalla sola discesa dall'origine o reale, o equivalente.

### ANNOTAZIONE II.

(Al §. *Entrando*)

E*Ntrando un influente in un recipiente basso . . . può darsi caso, che rigurgiti all'insù per l'alveo del recipiente sin dove arriva l'orizzontale dell'altezza da lui fatta.*

Non si può dubitare, che l'influente non faccia qualche resistenza all'acqua superiore del recipiente, e che per conseguenza non si osservino anco in ciò le regole de' rigurgiti, da noi accennate (nel miglior modo, che ci è stato possibile) nelle Annotazioni al Capo VIII., dovendosi riguardare il tratto superiore del recipiente come un influente, e l'alveo comune a due fiumi come il recipiente di esso; e però ci rimettiamo a quel poco, che ivi si è detto.

### ANNOTAZIONE III.

(Al medesimo §. *Entrando*)

P*Oco anche, o niuno è il ristagno, e l'elevazione dell'acqua del recipiente nelle parti superiori; che perciò sempre si rende minore, quanto più si scosta dallo sbocco fino a farsi insensibile in poco spazio.*

Questo è appunto ciò, che seguendo le dottrine dell' Autore abbiamo mostrato nell' Annotazione ultima del Capo VIII., cioè, che il pelo del fiume sostenuto dal rigurgito è meno inclinato di quello che sarebbe senza il rigurgito; e tal verità fu posta in un'intera evidenza rispetto al rigurgito, che soffre il Po da' suoi influenti, nella visita di questo fiume, e specialmente in quella del 1719., e 1720. per le asserzioni concordi di un gran numero di abitanti lungo il medesimo.

Nè qui si vuol lasciare di notar di passaggio, che rispetto all'altro rigurgito, che dal recipiente soffrono gl' influenti, il qual effetto è assai più sensibile del primo, la medesima diminuzione della pendenza del pelo, sostenuto dal rigurgito nelle dette visite, fu comprovata con immediate misure prese in più luoghi. Così nel fiume Tesino il pelo alto della piena del

del Po del 1705., secondo i segni, che ne furono indicati, si trovò aver rigurgitato presso la Città di Pavia in altezza di piedi 10. 8. 6. sopra il pelo corrente del medesimo Tesino de' 30. Novembre 1719.; laddove alla Casa Torti (luogo inferiore al detto sito, e non lontano dalla confluenza del Tesino col Po) lo stesso rigurgito si alzò sopra il medesimo pelo dei 30. Novembre piedi 11. 5. 6. Parimente nell' Ollio il rigurgito dell' escrescenze del Po del 1719. al Palazzo Gardani (che non è guari superiore allo sbocco in Po) fu alto sopra il pelo dell' Ollio dei 29. Dicembre piedi 16. 8. 8., laddove alla chiavica della Bocca, posta in sito più alto, la detta altezza fu solamente piedi 13. 2. 9. Così pure nel Mincio l'alzamento della piena del Po del 1719. sopra il pelo di quel fiume, nello stato, in cui era fra i 13., e i 20. Gennajo (nel qual tempo non si alterò sensibilmente), fu minore a Mantova, che alla Virgiliana piedi 1. 8. 6., minore alla Virgiliana, che a Governolo piedi 1. 2. 2., e minore a Governolo, che allo sbocco piedi 0. 6. 10. E nella Secchia l'altezza del rigurgito della stessa fiumana di Po, accaduta del 1719. sopra il pelo della Secchia degli 8., e 9. Gennajo 1720., fu maggiore alla chiavica di Codevico, che a quella di Madama piedi 1. 11. 5., e a questa più che all' altra detta della Pietra piedi 1. 2. 0., cioè a dire sempre minore a misura che le osservazioni se ne facevano in parti più lontane dagli sbocchi degli influenti, entro i quali era seguito il rigurgito di quella piena.

## ANNOTAZIONE IV.

(Al §. *La medesima*)

L'*Altezza aggiunta dalla piena sopra il pelo del recipiente è maggiore in faccia allo sbocco, e poi sempre si fa minore, quanto più la piena si accosta al mare.*

Questa diminuzione deve essere assai sensibile in quelle parti dell' alveo, nelle quali il fiume tuttavia si va accelerando, e perciò la superficie si va accostando al fondo (come presso le origini de' fiumi), e in quelle ancora, nelle quali se ne accelera almeno la superficie, prendendo qualche considerabile inclinazione, come abbiamo detto, che di nuovo succede nell' accostarsi del fiume allo sbocco, e specialmente in acqua bassa del recipiente. Per altro in que' tratti, ne' quali, secondo la dottrina dell' Autore, i fiumi camminano senza accelerarsi sensibilmente per la discesa, e per conseguenza portano la superficie come paralella al fondo (come si è detto nell' Annotazione XII. del Capo IV.), la detta diminuzione dell' altezza aggiunta dall' influente sopra il recipiente nelle sue ipotesi appena deve esser sensibile; e in fatti nelle regole, che egli dà appresso di dedurre la proporzione delle acque di due fiumi dalla sola larghezza, ed altezza corrente di ciascuno di essi, viene tacitamente a supporre, che sia indifferente prender la misura di tal altezza in qualunque sezione (purchè dentro i limiti dei tratti predetti), e però riguarda la detta altezza come uniforme, e il pelo alto come paralello al fondo, e al pelo basso; nè da tale equidistanza pare, che debba sensibilmente distogliersi per l' ingresso dell' acqua di un solo fiume, quando non se ne distoglie per tutto quell' accrescimento, che vi è dalla massima bassezza fino al segno delle sue piene.

L'esperienza comprova questo discorso nel Reno, la cui altezza in tempo di piena di sotto allo sbocco dell' ultimo influente, che è la Sammoggia, per fino verso Vigarano, che è un tratto di quattordici miglia, si mantiene (quanto comportano le irregolarità delle larghezze in alcuni siti) assai costantemente di piedi 11. sopra il fondo, a cui è paralello il pelo basso. Parimente nel Po dallo sbocco del Mincio, ultimo degl' influenti perenni, fino verso la Stellata, il pelo delle piene non ha, che assai poca convergenza verso il pelo basso, e può prendersi come equidistante ad esso, avvegnachè disotto alla Stellata cominci poi a rendersi sensibile l' accostamento dell' uno all' altro per la chiamata degli sbocchi.



ANNO.

## ANNOTAZIONE V.

### (Al §. *Le piene maggiori*)

*Il segno della grandezza reale delle piene non è la sola altezza dell'acqua, ma piuttosto la velocità, ed inclinazione maggiore del pelo della medesima.*

Non v'ha dubbio, che l'accrescimento di velocità in un fiume, o piuttosto in una determinata sezione d'un fiume non indichi accrescimento d'acqua, e grandezza reale della piena, eccettuandone solamente quelle sezioni, che sono tenute in collo dal rigurgito del recipiente, mentre se questo venisse a scemare d'altezza, dovrebbe nell'influente crescer la velocità almeno in superficie, senza alcun aumento d'acqua.

Rispetto poi all'indizio dedotto dall'accrescimento dell'inclinazione del pelo, questo effetto non è gran fatto sensibile, come nell'antecedente Annotazione si è veduto, in que' tratti, ne' quali il fiume cammina in ogni stato colla medesima inclinazione, cioè paralello al fondo (benchè in rigore ivi ancora debba aver qualche poco di convergenza); e si debbono parimente eccettuare le parti vicine agli sbocchi, ove l'inclinazione può crescere per lo solo calare del recipiente.

## ANNOTAZIONE VI.

### (Al §. *Prima lo scemarsi*)

*Questo effetto nasce da ciò . . . . che le sponde del fiume fanno considerabile resistenza al corso dell'acqua.*

La resistenza, che l'Autore dice in questo luogo farsi dalle sponde del fiume al corso dell'acqua, non tanto è quella, che dipende dal soffregamento di essa colle sponde, quanto quella, che nasce dalla limitazione, che le sponde fanno alla larghezza; essendo certo, che se le sponde non vi fossero, l'acqua non si sosterrebbe a quell'altezza, a cui si sostiene; onde la detta resistenza in altro non consiste, che in una modificazione, che riceve l'acqua dalle ripe in ordine alla sua altezza, e direzione, e probabilmente anco in ordine alle velocità, come nelle Annotazioni VII., e XI. del Capo IV. si è detto; onde la rotta equivale ad un allargamento, o, se si vuole, ad una diramazione del fiume. E siccome un fiume nell'accostarsi ad un ramo nuovamente apertogli, maggiormente si inclinerebbe colla superficie, così dovrà fare nell'accostarsi all'apertura della rotta. Tale inclinazione maggiore va congiunta con accrescimento di velocità, perchè la discesa si fa più ripida.

## ANNOTAZIONE VII.

### (Al §. VI. *In caso*)

*Ciò però non può succedere perfettamente, che col progresso del tempo, quando tal cadente debba farsi per deposizione.*

Del caso, che l'Autore considera in questo luogo, abbiamo un celebre esempio nella rotta del Po (o naturale, o artificiale che fosse) seguita nel duodecimo secolo sulla sinistra fra la Stellata, e Ficheruolo, mercè la quale venne a formarsi da lì in giù il Po presente, detto il Po grande, restando a poco a poco abbandonato l'antico alveo, chiamato ora il Po di Ferrara, per cui ne' tempi addietro sempre avea corso quel fiume. Sboccava in quest'alveo inferiormente al luogo della rotta, e in poca distanza da essa il Panaro, onde le acque di questo (congiunte allora colle acque del Bolognese) cominciarono a rivolgere il loro corso verso la rotta; ma perchè il fondo di questa non era più basso delle campagne, attraverso le quali avea preso il corso (essendo al contrario in quelle parti il fondo del Po tutto sepolto fra terra), conveniva, che il Panaro si andasse formando la sua cadente verso la rotta per replezione; e perciò passarono alcuni secoli prima di stabilirla, correndo frattanto le acque del Panaro bipartite, parte verso la rotta, e parte per l'antico Po, mantenuto ancor vivo dalle acque di quel gran fiume, che almeno nelle escrescenze tuttavia seguivano ad entrarvi. Finalmente tolto l'ingresso anche a queste coll'intestatura, con cui il vecchio Po fu attraversato al Bondeno, il Panaro fece suo proprio alveo l'alveo abbandonato, dal suo sbocco fino al luogo della rotta,

cioè fino all'origine presente del Po grande, e ne rovesciò la pendenza, disponendola come tuttavia si osserva, e il rimanente del Po di Ferrara dall' intestatura in giù rimase senz'acqua.

## ANNOTAZIONE VIII.

( Al §. *Per avvicinarsi* )

I*O stimo si debba ricorrere alla misura dell' acqua, che porta in un dato tempo la piena d'un fiume influente insieme con quella del recipiente, e figurandosi, che debbano correre unite, adattare la velocità di tutto il corpo alle condizioni dell' alveo del recipiente, per quindi rinvenire l' altezza, che in esso può fare l' influente ec.*

Benchè l' Autore abbia preso a trattare in generale di quell' aumento de' fiumi, che chiamasi *piena*, ristringe tuttavia in questo luogo il suo discorso a quel solo aumento, che ciascuno degl' influenti da se può cagionare nel recipiente, la somma de' quali aumenti costituisce la piena di quest' ultimo; e per trovare tale accrescimento, stima doversi ricorrere alla misura delle acque, che porta in un dato tempo tanto l' influente, quanto il recipiente, indagando in primo luogo tali misure colle osservazioni, e poscia *adattando*, come egli si esprime, la velocità di tutto il corpo alle condizioni del recipiente; intorno alle quali cose ci occorre di fare qualche considerazione.

E prima per quello, che riguarda le misure dell' acqua de' fiumi, il suo intendimento non è già, che se ne cerchi la misura assoluta, cioè a dire la quantità d'acqua, che portano in misure a noi note, v. gr. di piedi cubi ec. ( perchè tal ricerca quando non fosse piena di incertezze, per le ragioni da noi addotte nell' Annotazione XIX., e nelle altre antecedenti del Capo IV., sarebbe sempre di gran difficoltà a mettersi in pratica ), ma solo la misura rispettiva, cioè la proporzione dell' acqua dell' uno a quella dell' altro fiume. Tal proporzione insegna l' Autore, come fra poco vedremo nell' Annotazione XI., d' indagarla in quelle sezioni de' fiumi, che riconoscono la loro velocità dall' altezza corrente, servendosi egli allora delle sole misure delle altezze, e delle larghezze per dedurre la proporzione delle acque ma quando vi fosse necessità di indagare tal proporzione in que' tratti, ne' quali i fiumi si andassero accelerando, onde le velocità dipendessero o in tutto, o nella massima parte dalla discesa, non se ne dà alcun metodo, nè io saprei proporne alcuno per avere almeno prossimamente la proporzione, fuorchè il cercar prima con qualche esperimento così nell' influente, come nel recipiente la proporzione delle velocità della superficie a quella del fondo, o piuttosto in qualche discreta altezza sopra il fondo; il che si può tentare col mezzo de' pendoli immersi ne' fiumi, de' quali si è parlato nell' Annotazione XII. del Capo VII., scegliendo nell' uno, e nell' altro fiume le sezioni più anguste, e i tratti d' alveo più retti, che fosse possibile, e schifando quelli, ne' quali cadesse sospetto di rigurgito. Trovata la proporzione delle velocità predette, se ne dedurrebbe quella delle acque nella seguente maniera.

Sia A B ( *Tav.* 18. *Fig.* 84. ) l' altezza dell' influente, F E quella del recipiente, e stia la perpendicolare B C alla perpendicolare F G, come la velocità della superficie del primo alla velocità della superficie del secondo; e parimente B C stia ad A D, come quella della superficie nel primo a quella del fondo nel medesimo, e così pure stiano F G, E H, come le velocità della superficie, e del fondo nell' altro fiume. Facciasi, come la differenza de' quadrati B C, A D al quadrato A D, così A B ad A V, e supponendo, come ora vogliamo supporre, che le velocità terminino sensibilmente ad un segmento parabolico, che passi per C, e per D ( non potendosi per le cose dette all' Annotazione X. del Capo VII. andar con ciò molto lungi dal vero ), sarà V il vertice della parabola della velocità, cioè l' origine reale, o equivalente del fiume influente. Colla medesima costruzione si determinerà il vertice T della parabola T E H, la quale dovrebbe anco in pratica trovarsi la medesima, cioè del medesimo lato retto coll' altra V A D, o non molto diversa, potendo nascere tal diversità dalla diversa

forza,

forza, applicazione, e distribuzione degli impedimenti dell'uno, e dell'altro fiume. Ma comunque ciò si trovi coll'esperienza, prendendo due terzi del rettangolo compreso dalle rette V B, B C, si avrà lo spazio parabolico V C B, e detraendolo da due terzi del rettangolo delle linee V A, A D, che è lo spazio parabolico V A D, si avrà il segmento B C D A, che moltiplicato per la larghezza dell'influente, rappresenterà la quantità dell'acqua di esso. Colla medesima costruzione si avrà lo spazio parabolico F G H E, che moltiplicato per la larghezza del recipiente, darà la quantità dell'acqua, che egli porta; onde sarà nota la proporzione della loro portata nello stato, in cui si faranno fatte le osservazioni.

Supposta dunque nota in qualsivoglia modo la proporzione delle acque de' due fiumi, che si debbono unire insieme per passare a dedurre l'alzamento, che seguirà nel recipiente per la loro unione, vuole l'Autore, che si *adatti la velocità di tutto il corpo, cioè della somma delle acque alle condizioni del recipiente*; con che, se non erro, vuole, che s'intenda doversi aver riguardo (oltre alla larghezza del recipiente, per cui la somma delle acque dovrà passare) anco a quella velocità, che il recipiente ha già nel suo alveo, o piuttosto a quella, che potrà acquistare dopo l'aggiunta delle acque dell'altro; il che tuttavia non insegna come si possa ridurre a calcolo, se non nel caso, in cui la condizione del recipiente fosse tale (come nelle sue ipotesi è per lo più quella de' fiumi lungi dalle loro origini) che egli riconoscesse la sua velocità (almeno per la massima parte) dall'altezza corrente delle sue sezioni, onde la velocità crescesse al crescer l'altezza, e nella ragione dimezzata di essa; del qual caso parleremo nelle Annotazioni seguenti.

In fatti fuori del caso predetto non è possibile determinare l'alzamento d'un recipiente per l'aggiunta d'una quantità d'acqua, che abbia una proporzione data a quella di esso recipiente, se non si fa in oltre qualche altra ipotesi, cioè o che le velocità del recipiente debbano in ciascuna parte dell'acqua rimanere le medesime dopo l'unione, o che debbano crescere, o scemare con qualche regola nota, e che parimenti l'acqua dell'influente introdottavi debba serbare in ciò qualche legge. Se si volesse, a cagion d'esempio, che dopo l'unione, senza cangiarsi punto le velocità terminanti al segmento parabolico F E H G, l'acqua dell'influente aggiunta sopra di esso concepisse anch'ella dei gradi di velocità terminanti alla medesima scala continuata al di sopra, alzandosi come fino al punto I per modo, che l'ordinata I O chiudesse lo spazio I O G F eguale all'acqua aggiunta, cioè allo spazio B C D A, allora per aver l'alzamento F I, si dovrebbe dalla parabola nota I F G sottrarre lo spazio noto I O G F, per ricavar il residuo T I O, e cercarne poscia l'altezza T I, che sottratta dalla data T F, mostrerebbe l'alzamento cercato F I. Ma una tal ipotesi è totalmente arbitraria, nè pare punto verisimile, anzi contraria all'esperienza, mentre ne seguirebbe, che aggiungendo la medesima quantità d'acqua d'un influente ad uno stesso recipiente, che si trovasse ora ad altezza minore E R sopra il suo fondo, ed ora ad altezza maggiore E F, l'accrescimento d'altezza R S nel primo caso sarebbe minore dell'accrescimento F I nel secondo, essendo manifesto, che maggior altezza vi bisogna sopra di F, che sopra di R per fare il trapezio parabolico I O G F eguale al trapezio R S P Q; il che è contrario alle osservazioni comuni de' fiumi, come si è detto nell'Annotazione prima di questo Capo.

Parimente se si supponesse (come figura il P. Ab. Grandi nel suo primo esempio della Prop. XXXVII. del lib. II.), che la velocità della superficie delle acque unite nel recipiente dovesse mantenersi la medesima, che quella della superficie del recipiente avanti l'unione, e parimente tutte le velocità delle altre parti rimaner le medesime, che erano, ad eguale profondità sotto la superficie di prima (il che è lo stesso, che il supporre, che dopo l'unione l'origine del fiume si sia rialzata d'altrettanto, quanto l'influente ha fatto alzare la superficie del recipiente, serbandosi l'istesso parametro, e l'istessa distanza T F del vertice della parabola dalla superficie

F G)

FG) allora figurando, che le acque unite debbano correre sotto la profondità F M, e ordinando M N, onde lo spazio E H N M esprima l'acqua aggiunta, si dovrebbe alla parabola nota T E H aggiunger il detto spazio noto E H N M per avere tutta la parabola T M N, di cui dovrebbe cercarsi l'altezza T M, e detrattane T E, si avrebbe l'aumento E M. Questa supposizione non è soggetta all'inconveniente della prima; ma nè pur essa ha alcun sicuro fondamento, non essendo necessario, che all'unirsi de' due fiumi si serbi nella superficie, e in ciascuna profondità sotto di essa la velocità primiera; anzi se i due fiumi venissero da origini egualmente alte, pare, che all'alzarsi la superficie nell'alveo comune, dovesse scemarsene la velocità, perchè ne resterebbe scemata la discesa. Non mi trattengo nell'esemplificare, come si potessero calcolare gli alzamenti in queste, o in altre simili supposizioni, perciocchè le reputo affatto arbitrarie, ed anco perchè non sarà difficile intendere quello, che debba farsi, da ciò, che diremo nelle Annotazioni seguenti. Sarebbe desiderabile dedurre dalle sperienze qualche lume più certo per trovare in tali casi la legge delle velocità dopo l'unione delle acque, e calcolarne poscia gli alzamenti, che si cercano.

Solo avverto, che sebbene è indifferente l'investigare la proporzione delle acque de' due fiumi in qualsivoglia loro sezione (purchè si serbino le avvertenze poc' anzi dette nel §. *e prima* della presente Annotazione), nulladimeno quell'aumento di altezza, che si troverebbe dover seguire per l'immissione d'un fiume nell'altro, se si avessero supposizioni ben certe per calcolarlo, sarebbe diverso in diverse sezioni del recipiente, perocchè ne' tratti, de' quali parliamo, cioè in quelli, ne' quali egli tuttavia si va accelerando nella discesa, tal aumento non può essere eguale in tutte le sezioni, ma nel passare dalla superiore A B (*Tav.* 18. *Fig.* 85.) all'inferiore D E, l'aumento di altezza B C, seguito per l'unione de' due fiumi, diviene E F minore di B C; onde converrebbe cercare la velocità del fondo, e della superficie nelle diverse sezioni, e per ciascuna descrivere la parabola della velocità, e fare il rimanente; se pure non si volesse piuttosto descriver l'iperboloide, che rappresenterebbe la curvatura della superficie C F. E' ben vero, che potendosi questa poco scostare dalla linea retta, trovati che ne fossero due punti C, ed F, si avrebbe la positura del detto pelo, congiungendo i detti due punti colla retta C F, senza errore di gran momento, supposto che il fondo fosse piano.

Quando l'influente colla sua direzione potesse far contrasto al recipiente, e ritardarne la velocità, o quando secondandone il corso, si potesse supporre, che contribuisse coll'impeto delle sue acque ad accrescerla, si dovrebbe aver riguardo anche a ciò, potendo nel primo caso riuscire l'alzamento maggiore del calcolato (se pure vi fossero principj sicuri per calcolarlo) e nel secondo minore, anzi forse nullo, o pure in vece di alzamento, seguirne abbassamento. Egli è ben vero, che non molto di sotto al punto dell'unione, riducendosi di nuovo il recipiente a quella velocità, che converrebbe alla sua discesa, detratti gl' impedimenti superiori (uno de' quali potrebbe essere stato il detto contrasto dell'influente), e proseguendo per altro ad operare gl' impedimenti inferiori, tali effetti o di ritardamento, o di accelerazione non dovrebbero seguire, che per poco tratto.

## ANNOTAZIONE IX.

(Al medesimo §. *Per avvicinarsi*)

*SE un fiume crescerà per una piena sopravvegnente, la quantità dell'acqua prima della piena a quella della piena avrà la proporzione composta della proporzione delle altezze, e della dimezzata delle altezze medesime.*

Ciò è lo stesso, che dire, che la quantità dell'acqua, che porta un recipiente da se solo, sta alla somma delle acque di esso, e di un influente a lui unito nella ragione composta di quella delle sue altezze avanti, e dopo l'unione, e della dimezzata delle medesime altezze; il che facilmente si dimostra, attesochè trattandosi di un istesso fiume, e di una istessa sezione (che qui si vuol supporre di figura ret-

rettangola), e per conseguenza essendo invariabile la larghezza, le quantità d'acqua, che egli porta in diversi suoi stati, debbono sempre star fra loro nella ragione composta di quella delle altezze, e di quella delle velocità medie. Ma la ragione delle velocità medie ne' fiumi, de' quali ora trattiamo, cioè ne' quali le velocità dipendono in tutto, almeno sensibilmente, dall'altezza corrente dell'acqua, non è, che la ragione dimezzata delle stesse altezze (essendo in tali casi le scale delle velocità due parabole dello stesso parametro, che hanno i loro vertici nella superficie corrente, nelle quali le velocità medie sono fra loro come le massime ordinate, e queste sono nella ragione dimezzata delle ascisse, cioè delle altezze correnti): dunque le quantità dell'acqua nell' uno, e nell'altro stato saranno fra loro nella ragione composta delle altezze, e della dimezzata di esse. Da questa composizione di ragioni si deduce, che considerando le quantità delle acque come numeri cubici, le velocità sono come le loro radici cubiche, e le altezze come i quadrati di queste radici; onde si ricava la regola di calcolar l'alzamento di un recipiente per l'unione di un influente, quando sia nota la proporzione dell'acque dell'uno, e dell'altro fiume, e quando si tratti, come ora supponiamo, che il recipiente riconosca tutta la sua velocità dall'altezza, o almeno che la discesa non vi abbia parte molto sensibile; imperocchè estratta la radice cubica tanto dalla quantità dell'acqua del solo recipiente, quanto dalla somma delle acque dell'uno, e dell'altro, i quadrati delle radici cubiche (o pure le radici cubiche dei quadrati delle dette due quantità, che è lo stesso) staranno fra loro come le due altezze prima, e dopo l'unione; onde essendo data l'altezza del recipiente prima dell' unione, per la regola aurea si troverà l'altezza dopo l'unione, come esemplificheremo nell'Annotazione seguente.

## ANNOTAZIONE X.

(Al medesimo §. *Per avvicinarsi*)

E *Conseguentemente può aver luogo la regola da noi addotta nella Proposiz. VIII. del Libro IV. della Misura dell'Acque.*

La Proposizione, a cui ci rimanda qui l'Autore, insegna in primo luogo come si possa trovar la proporzione delle acque di due fiumi orizzontali, o almeno tali, che la velocità della discesa in essi sia spenta, e resti solo quella, che nasce dalla loro altezza corrente, e ciò senza aver uopo di alcuna misura, che dell'altezza, e della larghezza delle loro sezioni, non riputandosi da lui necessaria in simili casi la ricerca delle velocità, mentre queste gli risultano dalle medesime altezze. Dopo ciò insegna la medesima Proposizione di calcolare l'alzamento, che dovrà seguire nella superficie dell' uno per l' immissione dell' altro.

Quanto al primo, la sua regola consiste in questo: posto che C B (*Tav.* 18. *Fig.* 86.) sia la sezione dell'influente, la cui larghezza A B, l'altezza A C, si prenda la radice quadrata dell'altezza AC, e si moltiplichi per la stessa altezza, e poscia per la larghezza AB; il prodotto esprimerà la quantità dell'acqua, che egli porta. Similmente prendendo la radice quadrata dell'altezza del recipiente E D, e moltiplicandola per la medesima E D, e quindi per la larghezza E F, si avrà la quantità dell'acqua del recipiente, o piuttosto i numeri così ritrovati esprimeranno la proporzione delle dette acque, avvertendo di praticare quì ancora nello scegliere le sezioni le cautele prescritte nell' Annotazione VIII.

In questo discorso, in cui solo può nascere qualche scrupolo nell'uso del presente metodo, si suppone tacitamente, che le velocità delle due sezioni C B, D F vengano rappresentate da due parabole C G, D I, le quali non solo abbiano per asse le altezze C A, D E col vertice nella superficie corrente in C, e in D, ma siano in oltre dello stesso parametro; perocchè solo in tali supposti sarà vero, che le radici quadrate delle altezze A C, D E (le quali radici nelle parabole di parame-

tro

tro eguale si esprimono per le massime ordinate A G, E I ) moltiplicate nelle stesse altezze A C, D E diano la proporzione degli spazj parabolici C A G, D E I, che esprimono i complessi, o sia le scale delle velocità, onde poi moltiplicando i detti spazj nelle larghezze A B, E F, si abbia la proporzione delle acque; or qui lasciando da parte, che le scale delle velocità delle due sezioni predette, o pure dell'una, o dell' altra di esse potrebbero per avventura non esser parabole, attesa l'ineguale azione, e applicazione degl' impedimenti alle diverse parti dell' acqua, come l' Autore ha avvertito nel Capo VII.; e dissimulando ancora come insensibile l' errore, che si commette nel supporre i vertici delle dette parabole precisamente ne' punti C, D della superficie, quando in rigor matematico ne' fiumi inclinati essa dee pure ritenere qualche poco della velocità concepita per la discesa, certo è ( per le cose dette nell'Annotazione XV. dal Capo IV., e in diversi luoghi di quelle del Capo VII. ) che secondo le ipotesi dell' Autore le parabole C G, D I, esprimenti le velocità delle due sezioni, potrebbero non avere egual parametro. Come se nell' uno de' fiumi ( *Tav.* 18. *Fig.* 87. ) l' altezza A B fosse quella, sotto cui nella sezione data dell' uno di essi passasse tutta la sua acqua colla velocità libera, la qual velocità si esprimesse colla parabola A B C, ma a cagione degl' impedimenti essendosi dovuta alzare la superficie fino in D, le velocità terminassero ad un' altra parabola D B F; dovrebbe questa esser eguale alla parabola A B C, e perciò dovrebbe tagliarla in qualche punto, come E, in cui lo spazio D E A venisse ad esser uguale allo spazio E F C; il che essendo, non è possibile, che le due parabole A B C, D B F abbiano lo stesso lato retto. Che se ora si supponesse l' altro fiume non punto impedito, ma corrente nella sezione, di cui si tratta, sotto l' altrezza G H dovuta alla sua velocità libera, onde la scala delle velocità fosse la parabola G H I di parametro eguale alla A B C, o pure si figurasse anch' egli impedito, e rialzato di superficie fino in K, per modo che la parabola delle velocità impedite fosse K L M eguale di area alla G H I, ma non però di lato retto eguale alla D B F ( caso possibile a succedere, variandosi le parabole delle sezioni impedite a misura degl' impedimenti, i quali ponno fare maggior effetto nell' uno, che nell' altro fiume ) è manifesto, che questo metodo di determinare la proporzione delle acque de' due fiumi andrebbe lontano dal vero.

Questa difficoltà, la quale non era ignota all' Autore, è quella, per cui egli ha avvertito poco dopo, che simili proposizioni non sono vere, che *in termini astratti, e prescindendo da ogni sorta di resistenze*; come se dichiarasse non pretendersi da lui di dare altro, che un' approssimazione; ed in oltre ha soggiunto, che essendo in parità di circostanze sempre più impedite le velocità ne' fiumi minori, che ne' maggiori, che vuol dire dovendo il parametro della parabola D B F, che esprime le velocità dell' influente ( che per lo più suol esser fiume minore del recipiente ) esser minore di quello della parabola G H I, o K H M, che rappresenta quelle del recipiente, l' errore, che si commette seguendo il suo metodo, porta sempre ad accrescer la quantità dell' acqua del primo in proporzione di quella del secondo, e per conseguenza l' altezza, che poi si calcola de' fiumi uniti, riesce soverchia, anzi che scarsa; il che torna a maggior sicurezza di tal ricerca. Con questa, e colle altre avvertenze, che seguono appresso ne' §§. *Avvantaggio*, e *In questo*, parmi, che ci possiamo affidare, se non di calcolare col suo metodo la giusta proporzione delle acque de' fiumi, almeno l' alzamento dell' uno per l' unione dell' altro non minore del vero.

Per altro se in ciò rimanesse alcun dubbio, si potrebbe indagare anche nel caso de' fiumi, de' quali trattiamo la proporzione dell' acque in maniera simile a quella, che abbiamo accennata nell' Annotazione VIII. di questo capo, cioè a dire congiugnendo alle misure delle altezze, e delle larghezze quelle delle velocità dedotte dagli esperimenti de' pendoli, le quali velocità basterebbe in tal supposto cercare nel fondo, o presso il fondo di amendue i fiumi, e poscia tirare ( *Tav.* 18. *Fig.* 86. le perpendicolari A G, E I proporzionali alle dette velocità, e intendendo descritte

co:

coi vertici C, D le parabole C G, D I, la proporzione degli spazj parabolici C A G, D E I (la qual proporzione è quella de' rettangoli C A G, D E I) sarebbe quella delle acque de' due fiumi, ancorchè i parametri delle due parabole così descritte non fossero eguali.

Trovata dunque (in qualunque modo ciò sia) la proporzione delle acque de' due fiumi, e supposto, che questi debbano correre uniti insieme nella larghezza E F, il metodo, che prescrive l'Autore nella proposizione da lui citata per trovar l'altezza E H della superficie del recipiente dopo la loro unione, è quello, che già abbiamo accennato nell'Annotazione precedente: si estragga la radice cubica della quantità dell'acqua del recipiente D F, e si faccia il quadrato della detta radice. Si estragga parimente la radice cubica della somma di amendue le quantità d'acqua, e se ne faccia il quadrato; quindi come il primo quadrato al secondo, così sarà l'altezza del solo recipiente D E all'altezza cercata H E, onde si farà manifesto l'alzamento D H. Per maggior chiarezza soggiugneremo un esempio del metodo dell'Autore nel calcolare tanto la proporzione delle acque di que' fiumi, quanto nel calcolar l'alzamento dell'uno per l'altro.

Sia l'altezza dell' influente A C piedi 11, la cui radice quadrata è 3 $\frac{317}{1000}$ in circa. Moltiplicando questo numero per la detta altezza di p. 11, e per la larghezza A B, che si suppone piedi 139, sarà la quantità dell'acqua dell'influente espressa dal prodotto 5071. Pongasi l'altezza del recipiente E D piedi 30, la cui radice quadrata è prossimamente 5 $\frac{477}{1000}$, moltiplicandola per l'altezza 30, e per la larghezza E F, che si figurerà piedi 760, ne verrà per l'acqua del recipiente 124875. Aggiugnendola a quella dell' influente, si avrà la somma delle acque 129946. La radice cubica del primo di questi numeri 124875 si troverà 49 $\frac{98}{100}$, il cui quadrato è 2498, e la radice cubica del secondo 129946. sarà 50. $\frac{65}{100}$, il cui quadrato è prossimamente 2565. Dunque come 2498. a 2565., così piedi 30., altezza del solo recipiente E D, a piedi 30. once 10., che sarà l'altezza cercata E H de' fiumi uniti, e l'aumento H D sarà once 10.

Questi, e simili calcoli si ponno facilitare di molto per mezzo delle Tavole paraboliche del P. Abate Grandi, nelle quali avendo disposte in una colonna accanto alla serie di tutti i numeri naturali, che sono le altezze in once di piedi, o di braccia, le loro radici quadrate, che esprimono la velocità, e in un'altra colonna i prodotti di queste nei detti numeri delle altezze, che vengono ad essere i cubi delle velocità, e rappresentano gli spazj parabolici, o le quantità delle acque, data che sia una di queste tre quantità, si trovano accanto di essa in un'occhiata le altre due. Così nel caso dell'esempio presente accanto all'altezza dell'influente di piedi 11., cioè di once 132. si trova l'area parabolica (supposto il lato retto della parabola, qual egli lo ha preso arbitrariamente) 1516. $\frac{68}{1000}$, che moltiplicata per la larghezza di piedi 139., produce la quantità dell'acqua 210818 $\frac{52}{100}$; e parimente accanto l'altezza del recipiente di piedi 30., o sia di once 360. si ha lo spazio parabolico 6829. $\frac{20}{100}$, che moltiplicato per la larghezza di piedi 760. dà la quantità dell'acqua del recipiente 5190192.; e questi numeri, cioè 210818. $\frac{52}{100}$, e 5190192., benchè siano diversi dai due poc'anzi da noi trovati 5071., e 124875., hanno tuttavia la medesima proporzione di questi, cioè quella delle acque dei due fiumi. La somma dei detti spazj parabolici è 5401010.52., che divisa per la larghezza del recipiente di piedi 760., dà lo spazio della parabola per li fiumi uniti 7106. $\frac{59}{100}$, la quale cercata nella medesima tavola (o preso il numero più prossimo ad essa, che si trova essere 7118. $\frac{80}{100}$), mostra nella colonna delle altezze l'altezza cercata di once 370., cioè piedi 30., once 10., come prima.



Que-

Queste regole tanto di cercare la proporzione delle acque, quanto di dedurre l'alzamento d'un fiume per l'altro, pressupponendo, che i fiumi non si accelerino per la discesa, non hanno luogo se non per que' tratti, ne' quali camminano col pelo sensibilmente parallelo al fondo, o almeno dove a larghezze eguali corrispondono in ciascuno di loro eguali altezze, onde non si ponno applicare ai tratti impediti dal rigurgito, come l'Autore avverte poco più sotto, essendo ivi tutte le sezioni maggiori del giusto, e le altezze ineguali; calcolato poi che sia l'alzamento del recipiente in una sezione, tal misura serve sensibilmente per tutte le altre sezioni del tratto predetto.

## ANNOTAZIONE XI.

( Al §. *In questo proposito* )

E *Perchè vicino agli sbocchi (si aprano essi nel mare, o in altri fiumi) la capacità dell'alveo si fa sempre maggiore, perciò le piene sopravvegnenti in que' luoghi fanno regolarmente minor alzamento al punto dell'unione, e, come si è detto di sopra, sempre minore, quanto più la piena si avvicina allo sbocco.*

Quello, che qui si dice d'una piena, si dee intendere anco dell'alzamento fatto da un semplice influente, il qual alzamento sarà minore nel punto dell'unione de' due fiumi, se questa si farà in sito alterato dal rigurgito, di quel che sarebbe, se succedesse nel tratto superiore non alterato, e si andrà poi sempre sminuendo nell' accostarsi allo sbocco, come si raccoglie dalle cose dette nel Capo VIII. Ann. VIII. Se poi si cercasse la misura dell'alzamento predetto supposta la confluenza in sito, che soggiaccia al rigurgito, ognuno può vedere, che sarebbe assai difficile il rinvenirla per le incertezze, dalle quali è inviluppata questa materia, e che si sono vedute nel detto Capo VIII. Tutto ciò, che parmi potersi fare per approssimarsi al vero, sarebbe calcolare l'alzamento predetto, come se dovesse seguire in parte superiore, e non alterata dal rigurgito, e quindi avendo noto a un dipresso, per osservazioni fatte del recipiente, quel punto del suo alveo, in cui nel dato stato d'altezza dell'altro recipiente, in cui egli sbocca, e nel dato grado di piena, per cui si fa il calcolo, comincia il suo pelo ad inclinarsi notabilmente sotto la linea parallela al fondo, e al pelo basso, a cui nelle parti superiori cammina parallello, scemare la quantità dell'alzamento calcolato nella ragione delle distanze dello sbocco del recipiente dal detto punto, e da quello della confluenza de' due fiumi. Come se il pelo del recipiente in quella portata d'acqua, per cui si fa il calcolo, fosse A B ( *Tav.* 18. *Fig.* 88. ), e il punto B fosse quello, in cui egli comincia sensibilmente ad abbassarsi sotto la direzione del suo tratto superiore A B, che era parallella al fondo, e al pelo basso, e parimente il pelo dell'altro recipiente, in cui egli sbocca nello stato, per cui si cerca l'alzamento, fosse T S, tirando per lo punto dello sbocco T l'orizzontale T E, che tagli la sezione B E in E, e supponendo, che la confluenza dovesse seguire nella sezione, che passa per lo punto K di questa linea, condotta K I paralella ad E B, sarebbe come T E a T K, così B E a K I. Avendo dunque calcolato l'alzamento BG, che seguirebbe per l'unione de' due fiumi, se dovesse farsi nel tratto superiore A B (nel qual tratto il pelo F G de' fiumi uniti sarebbe paralello ad A B), e tirata la retta G T, se si farà come E B a K I (cioè, come T E a T K), così BG ad I H, si dedurrà assai prossimamente l'altezza I H, che l'influente aggiugnerebbe al recipiente nella sezione K I, fingendo la loro unione fatta in B; la quale altezza deve esser la medesima, ancorchè l'unione si faccia solo nella sezione K I. Questo metodo suppone i peli rettilinei, e che debbano concorrere coll'orizzonte T S per l'appunto nello sbocco T, le quali supposizioni potrebbero alquanto scostarsi dal giusto, come si è detto nel Capo VIII., e però non si dà, che per un' approssimazione.

ANNO-

# ANNOTAZIONI
## AL CAPO UNDECIMO.

### ANNOTAZIONE I.

(Al §. *E' il pendio*)

D*Al quale artifizio è nata l' efficcazjone d' intere Provincie ec.*

Cioè di quelle, che avendo bastante altezza per trasmettere le loro acque al mare, non hanno avuto bisogno di essere bonificate per alluvione, come si distingue dall' Autore più sotto nel Capo XIII.

### ANNOTAZIONE II.

(Al §. *Que' condotti*)

V*E ne sono degli altri, lo sbocco de' quali, per così dire, ad ogni soffio di vento contrario si serra.*

Che la foce dello scolo si serri talvolta da ogni soffio di vento, si dee intendere in quanto il vento mettendo in commozione il mare, ne porta le arene ad otturare lo sbocco allo scolo, e questo essendo povero d'acqua, non ha forza per isgombrare l'interrimento, come farebbe, se sboccasse con maggiore velocità; e non già in quanto il vento possa per se medesimo arrestare il corso all' acqua dello scolo; il che sarebbe contrario a quello, che l' Autore ha insegnato nel Capo X. §. *Le cause*.

### ANNOTAZIONE III.

(Al §. *Verte la prima*)

V*Erte la prima circa lo sbocco, il fondo del quale quanto più s' abbasserà sotto il pelo dell' acqua, in cui deve aver esito il condotto, tanto più sarà felice lo scolo; il che però si dee intendere ne' casi, ne' quali la situazione della campagna addimandi, che si procuri tutta la possibile felicità di scolo.*

Quali sieno i casi, ne' quali convenga procurare tutta la possibile felicità di scolo coll' abbassamento della foce dal condotto, si raccoglie dalle cose dette nel §. antecedente; mentre quando i terreni sono talmente situati, che i fondi de' loro fossi scavati fra le colture restano bensì più alti del livello infimo del recipiente, ma così poco, che cessando ancora di ricever acqua dalle colture, non ponno, che lentamente, e stentatamente asciugarsi, allora quanto più il fondo dello sbocco del condotto si abbasserà sotto il detto pelo infimo, tanto il condotto si manterrà più basso di superficie, e più felice sarà lo scolo. Ove poi i fondi de' fossi per essere a livello, o sotto il livello del recipiente costituito nella sua maggiore bassezza, non potessero assolutamente asciugarsi, allora ha luogo ciò, che si è avvertito nel §. antecedente, cioè, che poco, o nulla serve l' abbassare maggiormente o il condotto, o il fondo della sua foce; e molto più sarebbe inutile il farlo, quando i terreni fossero assai alti, e i fossi felicemente si scaricassero nel condotto.

### ANNOTAZIONE IV.

(Al §. *Situato*)

P*Er isfuggire gli errori, che inevitabilmente si commettono nell' uso degli altri livelli quantunque provveduti di cannocchiali, consiglierei sempre a valersi dell' acqua de' condotti medesimi resa stagnante con argini trasversali ec.*

Il regolamento degli scoli delle campagne, particolarmente nelle pianure più basse, richiede per l' ordinario operazioni di livello così dilicate, attesa la scarsezza delle pendenze, delle quali si può far capitale, per condurre le acque ad uno, più che ad un altro termine, o per una, più che per un' altra strada, che meritamente prescrive in questo luogo l' Autore doversi in simili livellazioni cercare tutta la possibile esattezza; e questo è più

 che

che mai importante, ove si tratti di condurre le acque ad un termine notabilmente lontano da quello, dal quale si derivano. Non v'ha dubbio, che quando occorra regolare l'escavazione di un condotto già fatto (che è ciò, di cui egli ha preso a trattare in questo luogo), il modo più sicuro, ed insieme più spedito di riconoscere lo stato del suo fondo, per quindi dedurre la quantità del profondamento, che a luogo a luogo è necessaria, non sia quello, che egli suggerisce di ristagnare con argini trasversali l'acqua dello stesso condotto, e prendendo per mezzo d'un semplice archipenzolo la differenza d'altezza da pelo a pelo di sopra, e di sotto ciascuno de' predetti argini, misurar poscia con frequenti scandaglj la bassezza del fondo tra un argine, e l'altro sotto il pelo dell'acqua stagnante; e riconoscere altresì a luogo a luogo lo stato delle colture per rapporto al pelo d'acqua de' fossi, che per mezzo esse sono scavati, ristagnando parimente l'acqua entro di questi.

Allo stesso mezzo delle acque stagnanti, come al più sicuro, e più reale di tutti, si dee ricorrere, purchè sia possibile, in ogni altra livellazione ordinata a condurre acque per lungo tratto particolarmente nelle pianure; valendosi di que' canali, o fossi, che per avventura si trovano nelle campagne, ancorchè andassero da un termine all'altro per istrade assai lunghe, e per direzioni diverse, e stagnando l'acqua in ciascuno di essi con una, o più traverse di terra, e poi riferendo di mano in mano cogli strumenti soliti da livellare il pelo d'acqua dell'uno a quello dell'altro, ove fossero notabilmente discontinuati.

Si è detto doversi a questo fine render l'acqua stagnante con argini fatti al traverso a' fossi, o canali; imperocchè non è da fidarsi, che tale sia quella, che rimane in essi dopo cessate le piogge, ancorchè per avventura si vegga per qualche buon tratto stare colla superficie immobile, e non portar via i galleggianti, che vi si gettino sopra; mentre se non si riconosce diligentemente, che tutta da un capo all'altro sia continuata nel medesimo stato di perfetta quiete (il che spesse volte non può riuscire per le difficoltà dell'accostarsi al labbro del fosso per tutta la sua lunghezza), si può dar caso, che dopo un tratto, in cui essa apparisca stagnante, succeda nel fondo del canale qualche piccol ridosso, sopra cui corra con pendenza, e quindi di nuovo per altro tratto si faccia vedere quieta, ed orizzontale. Un effetto simile a' ridossi predetti ponno fare le canne, e le erbe, che ingombrano gli alvei de' condotti, ove lungo tempo si sia trascurato di sgherbarli; nè è credibile quanta differenza d'altezza si possa trovare nella superficie dell'acqua fra due punti alquanto discosti di simili canali, quando il tratto di mezzo è folto d'alighe, di cannucce, e di simili inteppi. Conviene pertanto accertarsi, che l'acqua sia perfettamente stagnante, chiudendola a luogo a luogo con argini, che la sostengano ad una considerabile altezza, e lasciandola riposare qualche tempo, riconoscerla veramente tale per mezzo di segni fissi posti a fior d'acqua sul principio, e sul fine di ciascuno de' tratti intracchiusi fra due argini.

Per altro i livelli ordinarj, massimamente ove sieno guerniti di cannocchiali, e maneggiati da persone diligenti, ed esperte, non lasciano di riuscire nella pratica bastantemente esatti. La maggior parte di essi richiede tuttavia, che di quando in quando si rettifichino, cioè, che si accerti, che la linea, per cui si traguarda, quando il livello si ha per situato nella debita positura, sia veramente orizzontale; il che si fa con diversi metodi già noti, e applicabili or l'uno, or l'altro alle diverse maniere de' livelli. Ma la cautela di collocare sempre il livello in distanze a un dipresso eguali dall'uno, e dall'altro de' due scopi, a' quali si mira, può supplire in qualche parte all'esattezza della rettificazione, anzi tal cautela è assolutamente necessaria, ancorchè il livello sia perfettamente rettificato, quando le guardate fossero molto lunghe, come ponno esserlo nell'uso de' livelli forniti di cannocchiali.

Fra le diverse maniere, che sono state inventate di simili strumenti, quella, a mio credere, è da preferire, per cui più speditamente si ottiene di situar la linea del tragnardo in positura orizzontale; e tale

tale per le prove fattene ho trovato riuscir quel livello, che per la prima volta vidi adoperare l' anno 1719. dal Signor Domenico Corradi, Matematico del Sereniſſimo Signor Duca di Modena. Conſiſte lo ſtrumento in un ſemplice cannocchiale lungo meno di due palmi, a cui per di ſotto è attaccato un gran peſo, e di ſopra per mezzo di due braccia di metallo, che partono dalle eſtremità del tubo, e rieſcono ad una catena fatta di laſtre d'ottone, ſi ſoſpende la macchina ſempre ad un medeſimo uncino conficcato in cima d'un baſtone, conſiſtendo tutto l'artificio nel fare le ſnodature della catena così agevoli, e l'appicco di eſſa all'uncino così dilicato, che lo ſtrumento ogni volta che ſi ſoſpende, debba per forza del ſuo peſo ſempre rimetterſi nella ſteſſiſſima poſitura, e perciò l'aſſe del cannocchiale (ove una volta eſſendo ſoſpeſo l'iſtrumento, ſia ſtato ſituato in poſitura orizzontale colla rettificazione) ſempre ſi equilibri all'orizzonte. Con ciò ſi riſparmia il gran tempo, che conviene perdere negli altri livelli per ſituare i traguardi, o il cannocchiale in linea orizzontale. Non vi ha, che un poco di tremore, che l'iſtrumento ritiene dopo di eſſer ſoſpeſo, e dirizzato allo ſcopo; ma quando l'aria ſia quieta, ceſſa ben toſto anche queſto piccolo incomodo, nè vi ha, che il vento, che ne renda l'uſo difficile. Si vuol anco avvertire, che piovendo alcun poco, qualche gocciola d'acqua, che ſi fermi ſullo ſtrumento più da una parte, che dall'altra, può sbilanciarlo; ma tal accidente non è difficile a ſchifarſi.

Con un ſimil livello il Signor Bernardino Zendrini, Matematico della Sereniſſima Repubblica di Venezia, col quale mi trovai in commiſſione l'anno 1731. per l'affare della diverſione de' fiumi di Ravenna, fece ſpeditiſſimamente tutte le livellazioni, che concernevano una sì grand' opera, per traverſi lunghi dove quattro, dove ſei, dove più miglia, e ciò con tanta eſattezza, che rifacendo le medeſime operazioni all'indietro per altre diverſe ſtrade, tornavano fra' medeſimi termini le medeſime differenze di altezza dentro i limiti di un'oncia, o di una mezz'oncia; nè punto diverſe riſultavano quelle, che ſi erano rilevate dietro il Naviglio, chiamato il Candiano, dalla Città fino al mare, coll'aver renduta ſtagnante l'acqua dello ſteſſo Naviglio; concordando tanto le une, quanto le altre con quelle, che alcuni anni prima avea trovato il fu Dott. Giuſeppe Antonio Nadi, valendoſi anch'eſſo di livello a' cannocchiali, benchè di artificio diverſo, e alquanto più difficile a maneggiarſi.

Non debbo laſciar per ultimo di avvertire, che ne' livelli forniti di cannocchiale, ſebbene comunemente ſuol rigettarſi quello, per cui ſenza mire ſi traguarda alla ſuperficie dell'acqua in due tubi di criſtallo fra loro comunicanti, col motivo, che quel poco di elevazione, che eſſa ſoffre preſſo le pareti de' tubi, renda incerto il traguardo, e mal ſicura l'orizzontale; nulladimeno l'eſperienza ha moſtrato, che ove ſi adoperi acqua tinta di color roſſo ben carico in tubi di criſtallo ben chiaro, ſenza vene, o bolle, e ove ſi tenga l'occhio in tal diſtanza dal livello, e in tal poſitura, che la viſuale tocchi alternamente l'uno, e l'altro tubo, e ſi vegga l'una, e l'altra ſuperficie con quella maggior diſtinzione, che è poſſibile avere nella loro inegual diſtanza dall'occhio, ſi accerta aſſai bene la poſitura dello ſcopo, tuttavolta che la guardata ſia piccola, come di 10. pertiche in circa, e non più; e per altro queſto metodo è ſpeditiſſimo, non eſſendo sì toſto piantato il livello, che la linea del traguardo è orizzontale; il che ricompenſa colla brevità del tempo il maggior numero delle ſtazioni, che convien fare. Io poſſo atteſtare, che rifattaſi per tal maniera dal Signor Ercole Buonaccorſi la maggior parte delle livellazioni di ſopra mentovate de' fiumi di Ravenna, tornarono ſempre ſenza divario maggiore di mezz'oncia; anzi livellatoſi nello ſteſſo modo dal Signor Giulio Caſſani l'anno 1725. un tratto di oltre 40. miglia del noſtro Reno alla ſpiaggia del mare con più di 200. poſiture di livello, non ſi trovarono che pochiſſime once di divario da ciò, che per livellazioni, fatte la maggior parte con acqua ſtagnante, ſi ſapeva doverſi trovar di caduta fra que' due termini.

ANNO-

## ANNOTAZIONE V.

( Al §. *Qui mi si presenta*)

*Certo è, che quando l'alveo è più declive, il di lui fondo progredendo dal basso all'alto, si va sempre più elevando, e per conseguenza va avvicinandosi al piano delle campagne ec.*

Questa considerazione si adatta propriamente a' terreni, per mezzo de' quali passi un condotto di scolo, che vada ricevendo le acque de' fossi scavati fra le colture; e allora mostra l'Autore, che la pendenza del condotto nuoce allo scolo in vece di giovargli. Ma quando si trattasse di asciugare un sito inondato, o palustre con aprire all'estremità di esso un esito all'acqua stagnante, e vi fosse modo d'inviarla ( per un condotto da farsi da quel punto in giù ) a diversi termini per linee inegualmente declivi, ponno nascere delle riflessioni in ordine alla scelta della maggiore, o della minore pendenza per la felicità dello scolo; sopra di che stimo opportuno fermarmi alquanto, parendomi, che tal materia non sia per anco stata bastantemente illustrata.

Posto dunque, che sia dato il fondo, o soglia dell'emissario B (*Tav.* 18. *Fig.* 89.) da aprirsi nella palude, o lago L A B X, e parimente data l'altezza dell'acqua A B sopra il detto fondo dell'emissario, e supposto, che nella palude influisca costantemente una medesima quantità d'acqua, se intenderemo un canale orizzontale P B O, la cui larghezza sia per l'appunto tanta, quanto è necessario per estraere colla velocità competente al detto canale sotto l'altezza A B una quantità d'acqua eguale a quella, che entra nella palude in tempo eguale, dico, che applicando al fondo dell'emissario B in vece del canale orizzontale B P l'inclinato B E, questo tirerà bensì sul principio maggior quantità d'acqua, che l'orizzontale predetto, ma in proseguimento di tempo la superficie del lago di nuovo si renderà permanente, e però non ne uscirà per l'inclinato niente di più di quello, che ne esce per l'orizzontale, e ciò qualunque sia la larghezza dell'inclinato BE, compensando la natura col maggior abbassamento delle sezioni di questo quel di più, che potrebbe rapire di acqua in virtù della inclinazione, e della larghezza.

Imperocchè tirando per B al piano B E la perpendicolare B C, la quale incontri il livello dell'acqua della palude in C, e prendendo la B D eguale alla B A, descritta coll'asse B C, e col vertice C una parabola C B E, se fra C B, C D si prenderanno due medie proporzionali, e come B C alla prima di esse medie, così si farà B E ad M N, la quale si ordini alla parabola in M, dimostra il Guglielmini nella Proposizione II. del libro V. delle acque correnti, che lo spazio parabolico B M N E sarà eguale ad un'altra parabola B D E, la quale coll'asse B D, e col vertice D fosse descritta sopra la medesima base B E. Ma lo spazio predetto B M N E è la scala delle velocità della prima sezione del canale inclinato, se l'acqua vi corresse coll'altezza B M, e la parabola B D E ( presa la B E per velocità comune del punto B, giacchè questa, secondo le ipotesi comunemente ricevute, deve essere la medesima nel canale orizzontale, e nell'inclinato ) è la scala delle velocità della sezione A B del canale orizzontale ( essendo per la costruzione l'asse B D eguale all'altezza dell'acqua B A ): dunque la velocità della prima sezione dell'inclinato corrente sotto l'altezza B M è eguale alla velocità dell'orizzontale. Il che stante, se le loro larghezze saranno eguali, lo saranno ancora le quantità d'acqua estratte dal lago in tempi eguali. Ma l'acqua, che estrae il canale orizzontale, si suppone eguale a quella, che influisce nel lago: dunque anco per la prima sezione dell'inclinato corrente coll'altezza B M tanto si scarica d'acqua del lago, quanto in esso ne influisce; e però la superficie del lago, e quella del canale in M sarà permanente, nè questo, arrivato che sia al segno M, potrà per l'avvenire scaricarne più, nè meno dell'orizzontale. Che se poi la larghezza dell'inclinato non sarà eguale a quella del detto canale orizzontale, allora intendendo, che come la larghezza dell'inclinato a quella dell'orizzontale, così stia lo spazio M N B E allo spazio parabolico B T Y E, è chiaro, che B T sarà l'altezza permanen-

te,

te, sotto cui la prima sezione dell' inclinato scaricherà la medesima quantità d'acqua di prima; onde ne seguirà di nuovo, che la superficie si farà permanente, e si scaricherà per essa tant' acqua, quanta per l'orizzontale. Onde si può osservare, che l'altezza M B, o B T della prima sezione dell' inclinato non è determinabile, se non quando oltre la larghezza del canale inclinato, sia anco data quella, che bisognerebbe all' orizzontale per estraer dal lago sotto l' altezza A B una quantità d'acqua eguale a quella, che influisce nel lago, o, quel che è lo stesso, quando sia data la quantità dell' influsso, e un tal dato si dee aggiungere a quelli della mentovata Proposizione II. del libro V. delle acque correnti, e dello Scolio della medesima Proposizione.

Ciò premesso, convien considerare, che quando all' emissario B si apponga il canale inclinato B E, al primo aprirsi dell' emissario non potrà l' acqua della palude in un istante prendere nella prima sezione quell' altezza (sia B M, o B T secondo la larghezza del canale), sotto cui si è mostrato, che la superficie è per rendersi permanente; ma abbassandosi di mano in mano, prima nelle parti più vicine all' emissario, e poi nelle più lontane, come in A Z, Q R, e in altre positure sempre più basse, ne risulteranno le altezze della prima sezione B Z, B R ec. sempre mutabili, e nelle quali la superficie non si potrà stabilire; mentre essendosi mostrato, che la B M (nel caso delle larghezze ineguali) è quell' altezza, sotto cui passerà per la prima sezione tutta per l' appunto la quantità d' acqua influente nel lago, è manifesto, che sotto le altezze B Z, B R ne uscirà quantità maggiore dell' influsso; e però è forza, che l' acqua nella prima sezione si vada abbassando da Z in R ec., finchè sia giunta la superficie del lago alla positura S M (o rispettivamente alla S T), nel quale stato l' esito è eguale all' influsso; e il Guglielmini mostra alla Proposizione IV. del libro V., che la superficie S M si stabilirà in un piano declive tirato dal punto S, nel quale E B prodotta allo insù incontrerebbe la superficie del lago al punto M, o T dell' altezza permanente nella prima sezione. Egli è dunque necessario, che il canale inclinato, benchè sul principio scarichi più acqua dell' orizzontale, si riduca tosto, o tardi a scaricarne precisamente altrettanta, che questo ne scaricherebbe, e ciò qualunque sia la larghezza dell' inclinato; il che ec.

Quando dunque nella palude influisse perpetuamente la medesima quantità d' acqua, l' apporre all' emissario B in vece d' un condotto orizzontale un inclinato di qualunque inclinazione, o di qualunque larghezza, gioverebbe bensì per far abbassar l' acqua nel tratto più vicino all' emissario, cioè sino al punto S determinato come sopra, e tanto maggiore sarebbe l' abbassamento, quanto maggiore fosse la larghezza del canale (e maggiore ancora a misura della maggior inclinazione di questo; se non che allora accostandosi il punto S ad A, il tratto dell' abbassamento S A si farebbe minore, posta eguale larghezza); ma per lo rimanente del sito inondato S L X O non vi sarebbe divario alcuno da un canale inclinato a quell' orizzontale, che fosse della larghezza necessaria a smaltir per l' appunto la quantità d' acqua influente entro di quel recinto; e se tal larghezza fosse nota per esperienza (o per la notizia, che si avesse della quantità dell' influsso) si potrebbe co' fondamenti premessi per ogni larghezza, e per ogni inclinazione data del canale B E, calcolare e il tratto A S, e la quantità dell' abbassamento, trovando l' altezza B M, o B T della prima sezione nel modo, che si è detto.

Nè paia strano, che accrescendo la larghezza del canale inclinato non si possa fare altro guadagno, quando egli è pur certo, che apponendovene un orizzontale più largo di quello, che si è supposto (cioè che sotto l' altezza A B mantenga permanente la superficie del lago) l' acqua di questo si abbasserebbe fino alle parti più rimote al punto A; perocchè sebbene il canal orizzontale più largo farebbe tal effetto sul principio, e con maggior estensione dell' abbassamento; tuttavia in ricompensa di ciò la quantità di questo abbassamento sarebbe minore, nè durerebbe molto un tal effetto; mentre quando il livello del lago fosse calato di tanto da pote-

potere sotto quella larghezza mandar fuori tutta l'acqua influente in esso, ivi si arresterebbe la superficie, e di nuovo si farebbe permanente. E perciò quando si sia ne' supposti, ne' quali ora parliamo, e l'esperienza mostri, che uno scolo orizzontale d'una tal larghezza mantenga l'acqua inondante precisamente nel suo livello, allora (posto che non si possa, o non si voglia variare il fondo B dell'emissario) se si ha in pensiero di asciugar solamente i terreni più vicini all'emissario, lasciando gli altri come stanno (come, a cagion d'esempio, ad uso di pescagione), tornerà conto in vece del canale orizzontale apporvene un inclinato; ma se si cerca l'universal benefizio di tutto il tratto inondato fino alle parti più rimote dall'emissario, benchè non con tanta diminuzione d'altezza d'acqua, allora gioverà piuttosto allargare l'orizzontale. Lo stesso giudizio si dovrà fare quand'anco non si abbia alcuna sperienza, o altra notizia intorno allo scolo di quella palude, dovendo sempre l'inclinato prevalere all'orizzontale egualmente largo nel fare scemar l'acqua nelle parti vicine all'emissario, e al contrario preferirsi l'orizzontale nello scolo generale di tutta l'estensione della palude. E da tutto ciò si raccoglie, che ogni larghezza possibile del canale o inclinato, o orizzontale è atta a ridur tosto, o tardi la superficie del lago allo stato di permanenza.

Egli è ben vero, che essendo sempre maggiori gli effetti delle resistenze (nate da' soffregamenti, dalle tortuosità, dalle erbe, e cannucce, che ingombrano gli alvei, e dagli altri intoppi) in un canale orizzontale, che in un inclinato, tutto il discorso finora fatto in termini astratti mancherà in pratica dal serbare esattamente le proporzioni spiegate e mancherà sempre in vantaggio dell'inclinato, con fargli rapir più acqua di quello che mostrino le regole addotte; e in oltre la medesima maggior libertà di corso nell' inclinato potrà per avventura, quando l'altezza A B sia molto notabile, far, che egli roda, ed abbassi il fondo e dell'emissario B, e della palude nelle parti più vicine a questo; il che forse non farebbe l'orizzontale, ancorchè la materia sia capace di corrosione; onde atteso tutto ciò si ponno grandemente variar gli effetti; e però avendo riguardo a tutte queste circostanze, si troverà forse nella pratica doversi per lo più preferire il canale inclinato, siccome lo preferisce il Signor Tommaso Narducci, dottissimo Gentiluomo Lucchese, nel suo Trattato del paragone de' canali, comecchè in esso prenda per fondamento altre ipotesi alquanto diverse dalle nostre. E tanto più, perchè negli scoli delle pianure le inclinazioni, che si ponno, o si sogliono dare a' condotti, sono per l'ordinario così piccole, che il punto S, in cui il canale B E prolungato concorre colla superficie della palude L S A, può essere così lontano dall'emissario, che il tratto S A si stenda alle parti più rimote di essa palude. Anzi è da osservare, che quando si dasse caso, che il punto del detto concorso S cadesse più lontano di quel che sia l'estensione della palude, allora lo scolo per mezzo del canale inclinato si renderebbe universale, abbassandosi tutta la superficie inondante non solamente sul primo aprirsi dell'emissario, ma per fino a tanto che l'acqua incontrasse nel suo calare la retta prodotta E B nell'orlo del tratto ancora inondato, nè prima d'allora la superficie del canale si potrebbe far permanente; ma sempre porterebbe fuori più acqua di quella, che entrasse nella palude.

In tutto questo discorso si è preso per supposto, che nella palude influisca perpetuamente una quantità costante d'acqua. Che se niente ve ne entrasse (come accade in quelle paludi, che non hanno sorgenti vive, ma sono fatte dal ristagno di acque cadutevi dagli scoli di altri terreni, che nell'Estate punto non ne tramandano), allora siccome volendo darle scolo per un canale orizzontale, il pelo dell'acqua stagnante perpetuamente si abbasserebbe; così lo farebbe ancora, se il canale fosse inclinato, salva la differenza accennata nella positura della superficie della palude, come avverte il Guglielmini nello Scolio della detta Proposizione del Libro II., dovendosi sempre, e in ogni stato mantenere la proporzione dell'altezza variabile B A alla B M. E di qui ancora si può prender lume

fiume per giudicare di quello, che accadrebbe, se la quantità d'acqua influente nella palude non fosse costante, ma variabile con qualche costante regola.

ANNOTAZIONE VI.

( Al §. *Giacchè l' occasione* )

SE *tale fabbrica si farà di maniera ec.*

Quelli, che l' Autore chiama in questo luogo *ponti canali*, sogliono eziandio in Toscana chiamarsi *ponti a fiume*; e quelle, che egli denomina *botti sotterranee*, altri dicono *trombe, o chiaviche sotterranee*.

ANNOTAZIONE VII.

( Al §. *Simboleggiano* )

O *La botte muterà natura.*

Cioè a dire, di botte libera, che era, diverrà botte ristagnata.

# ANNOTAZIONI

## AL CAPO DUODECIMO.

ANNOTAZIONE I.

( Al §. *Ponno anche* )

E' *Necessario, che il medesimo assorbisca col tempo tutta l' acqua del fiume, e che l' altro ramo sia interamente abbandonato particolarmente in caso di acque torbide.*

Il caso, di cui qui si parla, accadde nel Po grande verso il mezzo del secolo sestodecimo, intorno al qual tempo egli venne assorbendo tutta l' acqua, che prima soleva entrare col maggior corpo nel Po di Ferrara, per modo, che cominciò questo a non riceverne più alcuna parte, fuorchè nelle somme escrescenze, e ciò dopo essersi mantenuti amendue i rami ben quattro secoli in quell' equilibrio, di cui qui si ragiona. A togliere un tale equilibrio potè per avventura concorrere l' introduzione delle acque del Reno, che poc' anzi si era fatta nel Po di Ferrara in un punto diverso, e alquanto inferiore a quelli, per li quali prima vi soleano entrare, ora congiunte, ora disgiunte dal Panaro, mentre rivolgendosi le torbide del Reno in acqua bassa del Po a scorrere verso il punto della diramazione di questo ( come dall' Autore si è detto dover succedere, e da noi si è avvertito nell' Annotazione VIII. del Capo X.), era forza, che si rovesciasse la pendenza del Po di Ferrara, e quanto più in giù era il punto dello sbocco del Reno, tanto più alto dovea farsi il ridosso gittato da esso per rovesciare la detta pendenza, e tanto più difficultarsi l' ingresso all' acqua del Po. In tal senso, e non altrimente può esser vero, che il Reno arenasse il Po di Ferrara.

ANNOTAZIONE II.

( Al §. *Quando dunque* )

E *Basta tagliar l' argine, perchè l' acqua ne esca, e s' introduca dove si vuole ec.*

Il taglio dell' argine si dee intendere continuato anche più abbasso nella golena, quando si intenda di derivar dal fiume anco l' acqua bassa, ed anco, se si vuole, per fino al fondo.

ANNOTAZIONE III.

( Al §. *Da' fiumi* )

A *Effine di elevare il pelo dell' acqua tanto che possa entrare nel canale preparato per la di lei condotta.*

L' intendimento, e il bisogno, che si ha in simili occasioni, è di alzare precisamente il pelo dell' acqua, e non il fondo del fiu-

 me,

me, ma siccome ove questo sia torbido, è inevitabile, che di sopra alla chiusa si riempia di terra fino al livello della cresta, o ciglio della medesima (come si nota nel §. seguente), così dalla chiusa nasce necessariamente oltre quella del pelo anche l'elevazione del fondo. Si può nulladimeno sfuggir questa, fabbricando delle chiuse amovibili (di struttura simile alle porte de' sostegni di navigazione, de' quali si parla più sotto), le quali tenendosi serrate solamente in tempo di acque basse, e chiare, non danno luogo alle deposizioni, e per tal modo si derivano utilmente a diversi usi l'acque de' fiumi, e quando se ne voglia solamente parte, e non tutta, si lascia nel sostegno una luce, a cui si appongono sportelli, o tavole per renderla ora più, ora meno ampia, e con ciò regolare la quantità, che s'intende di cavar fuori. L'istesso si può ottenere attraversando il fiume con un argine di terra, con lasciarvi solamente accanto ad una delle sponde un'apertura munita con regolatore di muro, e tenendo l'argine di tanta altezza, che possa venir sormontato, e portato via dalle fiumane per rifarlo dove queste siano cessate; nel che tuttavolta è da aver gran riguardo al gonfiamento, che necessariamente ne nasce nel tratto superiore del fiume; quando l'argine resista alle mezzane escrescenze, che può essere di ristagno agli scoli, che entrano nel detto tratto, e anco portar pericolo di trabocchi; ed oltre ciò si ponno fare tali posature di terra di sopra all'argine, che porti qualche elevazione di fondo, la quale poi non sì facilmente si rimova, e si sgombri nelle piene maggiori, ancorchè da queste l'argine venga demolito. Vedi oltre ciò quello, che abbiamo detto di sopra nell'Annotazione XIV. del Capo VII.

## ANNOTAZIONE IV.

(Al §. 3. *Se il fiume*)

O *Che potesse derivare dalle falde de' monti, le quali restassero sepolte dentro gli interrimenti, come più basse della nuova cadente di fondo acquistata dal torrente dopo la costruzione della chiusa.*

Parmi, che al caso qui considerato dall' Autore un altro se ne possa aggiungere, ed è quando col rialzamento del fondo del torrente prodotto dalla chiusa venisse a restar sepolta qualche falda di monte così dirupata, e quasi tagliata a piombo, che a cagione appunto di tal sua costituzione si andasse rilassando anco la parte superiore benchè di pendenza più dolce; e con ciò venissero sciogliendosi, e calando abbasso (specialmente a' tempi delle piogge) i sassi superiori, che per altro non scenderebbero giù per quel moderato declivo. Allora è manifesto, che l'alzamento del fondo del torrente togliendo il dirupo, e servendo di rincalzo alla parte superiore del monte, non pure tratterrebbe i sassi soliti a derivare dalla parte infima di esso, che rimarrebbe sepolta, ma eziandio dalla superiore, che più stabilmente poserebbe, e si appoggerebbe sopra lo stesso nuovo fondo del fiume.

## ANNOTAZIONE V.

(Al §. *Sono questi paraporti*)

L*A velocità, che acquista l'acqua nel cadere dalla soglia del paraporto ..... è quella, che in tal caso scava in poco tempo il fondo del canale.*

E questa velocità nasce in qualche parte dalla caduta di essa (come fu avvertito nel Capo VII. §. *Le cadute*); ma per la maggior parte dipende dalla notabile inclinazione, e pendenza, che acquista l'acqua nel rivolgersi verso il paraporto, la cui soglia, come poc'anzi fu detto, deve esser più bassa del fondo del canale.

## ANNOTAZIONE VI.

(Al §. *Di rado s'incontra*)

I*L canale derivato, come quello, che porta di gran lunga minor corpo d'acqua, che il fiume, per necessità in pari circostanza avrà bisogno di caduta maggiore di quella, che ha il fiume medesimo.*

Ciò è vero ove nel canale possano entrare le materie più grevi, che porta il fiume, cioè a dire quando il canale prenda l'acqua dal fondo di questo, come per lo più si pratica, e molto più ove la soglia dell'

dell' incile sia più bassa del detto fondo, come per buona regola ha prescritto l' Autore più sopra nel §. *Questa apparenza*. Ma se il fiume, onde il canale si deriva, fosse perenne, portando in ogni suo stato un considerabile corpo d' acqua, e la soglia dell' incile del canale si fosse fatta alquanto superiore al fondo del fiume, allora non entrando nel canale nè le ghiaje, nè le arene più grevi, potrebbe per avventura, non ostante il minor corpo d' acqua, che egli porta, non aver bisogno di maggior caduta di quella del fiume. Lo stesso può succedere, ancorchè il fiume sia temporaneo, e in luogo di chiusa sia adattato ad esso o un sostegno, o un argine manufatto, che ne alzi il pelo senza alzarne il fondo (come si è detto nell' Annotazione III.); nel qual caso la soglia dell' incile si può parimente tener più alta del fondo superiore all' argine, o sostegno, per escludere dal canale queste materie, che non si sollevano dal fondo del fiume.

## ANNOTAZIONE VII.

( Al §. *Dalla predetta* )

PEr più chiara intelligenza della regola, che dà l'Autore in questo luogo, si debbono distinguere i tre casi, che egli distingue.

Il primo è, quando il canale non debba essere interrotto da alcun sostegno, ma il suo fondo debba seguitamente estendersi dal punto della sua derivazione fino allo sbocco, come quando egli dovesse servire ad uso di naviglio, nè in questo occorressero sostegni, potendosi avere bastante corpo d' acqua da un capo all' altro del canale; allora dunque o è data l' altezza della chiusa A (*Tav.* 16. *Fig.* 58.) sopra il fondo del fiume, da cui il canale si deriva superiormente alla detta chiusa, e si cerca il punto D, in cui si dee far ritornar l' acqua nel fiume; o è dato il punto del ritorno D, e si cerca l' altezza da darsi alla chiusa. Se l' altezza di questa è data, si calcoli la caduta totale, che ha il fondo del fiume dal di sotto della chiusa A fino a quel punto D, a cui si vuol provare se sia possibile condurre il canale senza interrimenti, la qual caduta si può sapere dalla data lunghezza A B C D, e dalla notizia di quanto penda l' alveo del fiume in un dato spazio, come d' un miglio, purchè però non si varj la pendenza del fiume nel detto tratto; altrimente si dovrebbe cercar tal caduta coll' attuale livellazione; ma tanto nell' uno, quanto nell' altro supposto si avrà con ciò quanto resti alto il fondo del fiume immediatamente inferiore alla chiusa A sopra il medesimo fondo in D. Ciò posto conviene altresì sapere quanta pendenza sia per esser necessaria al canale, cioè quanto gli convenga di caduta a miglio (di che ragiona l' Autore nel §. seguente), e misurata la lunghezza del canale da A fino a D secondo quella linea, su cui si vuol condurlo, convien calcolare quanta sia la total caduta a lui necessaria nella lunghezza misurata A D. Allora all' altezza trovata del fondo del fiume inferiore alla chiusa A sopra il fondo del medesimo fiume in D, si aggiunga l' altezza della chiusa, o piuttosto, come l' Autore si esprime, l' altezza dell' origine del canale, che può nascere dalla chiusa (mentre se la soglia dell' incile si volesse tener più alta, o più bassa del fondo del fiume superiore alla chiusa, o se il punto della derivazione non fosse immediatamente contiguo a questa, ma distante per qualche notabil tratto, in cui la caduta del fiume fosse sensibile, a tutto ciò si dovrebbe aver riguardo); e quando la somma, che ne verrà, si trovi eguale, o maggiore della total caduta necessaria al canale poc' anzi calcolata, si potrà ottener l' intento, senza tema, che il canale si rialzi, e chiuda l' ingresso all' acqua del fiume dentro se stesso co' suoi interrimenti; e quando no, sarà d' uopo in vece del punto D cercarne un altro, in cui ciò si ottenga. Dove è da avvertire, che siccome non tutti i punti del fiume soddisfanno a tal bisogno, così non si dee credere, che un solo ve ne abbia, che possa soddisfare; ma può avervene più d' uno, massimamente ove il fiume corra con diverse tortuosità; e però questo problema non è determinato, nè si può sciorre se non tentando se questo, o quel punto sia a proposito, e quando più d' uno se ne trovasse, si dovrebbe prescegliere quello, che più fosse opportuno, avuto riguardo e alla spesa, e al bisogno.

Se poi il punto del ritorno, o sbocco del canale D è dato, e si vuol cercare quanto convenga far alta la chiusa nel punto A parimente dato, per ottener l'intento della derivazione del canale senza interrimenti, allora avendo calcolato come sopra quanta sia la caduta necessaria al canale nella lunghezza destinatagli secondo la linea D A, e trovato parimente col calcolo, o piuttosto con immediate livellazioni la caduta del fondo del fiume dal punto A sopra lui medesimo nel punto D, se la prima di queste cadute eccederà la seconda, l'eccesso sarà l'altezza della chiusa cercata (avuto quì ancora riguardo alla situazione, che vuol darsi alla soglia dell'incile rispetto al piano superiore della chiusa); ma quando non la eccedesse, oppure ne mancasse, allora si potrà aver l'intento di derivare il canale senza alcuna chiusa, e occorrendo, si potrà sostenere il fondo di esso canale o all'imboccatura, o in altro sito inferiore con una, o più traverse, affinchè non si sconcerti l'alveo del fiume, e dello stesso canale, e non s'introduca in questo troppo di acqua.

Il secondo caso è quando il fondo del canale, benchè debba portare da un capo all'altro sempre un medesimo corpo d'acqua, debba tuttavia restare interrotto con sostegni, che ne spezzino la pendenza, sia per agevolare la navigazione, o per dar caduta all'acqua ad uso di mulini, o altre macchine Idrauliche; e allora basta solamente avvertire nel conto, che si fà della caduta totale, che è necessaria a tutta la lunghezza del canale, per non interrire il suo fondo, di aggiugnervi quel di più, che importa la somma di tutti i sostentamenti, che occorre di fare del fondo predetto, e nel resto servirsi delle regole date nel primo caso, o sia che si cerchi il punto dello sbocco del canale D, o l'altezza della chiusa in A.

Il terzo caso è finalmente quando dal canale si debba andar divertendo nel progresso del suo corso qualche quantità di acqua, come ad uso di irrigazioni, di getti per fontane, di bonificazioni per alluvione, o simili; e allora dalla semplice notizia, che si suppone aversi, di quanta debba essere la pendenza a miglio di un tal canale nel tratto, in cui l'acqua non è per anco diramata, non si può dedurre quella, che egli esigerà negli altri inferiori tratti di sotto alla diramazione, dovendo tal pendenza accrescersi di mano in mano a misura della minor quantità dell'acqua residua in canale; ma non essendovi alcuna regola per determinare la quantità di tali cangiamenti di pendenza, l'Autore rimette ciò all'estimazione dell'Architetto, la quale non meglio si può regolare, che con ciò, che mostra l'esperienza di altri simili canali. Dando dunque alla caduta, che sarebbe necessaria al canale nella sua lunghezza, se portasse sempre l'istessa mole d'acqua, quel tanto d'accrescimento, che si può giudicare convenirgli per conto della diversione da farsene, si farà il rimanente come nel primo, e nel secondo caso.

## ANNOTAZIONE VIII.

( Al §. *Quale sia* )

P*Er non errare notabilmente, può l'Architetto regolarsi coll'esempio di altri canali simili a quello, che si vuol fare, de' quali sia nota la caduta ec.*

La similitudine di que' canali, che si prendono per norma nel ricercare la pendenza necessaria a quello, che si tratta di derivare, dee consistere nell'uniformità di tutte le circostanze, ma soprattutto di quelle della quantità del corpo d'acqua, e della qualità delle materie, che debbono entrar nel canale.

## ANNOTAZIONE IX.

( Al §. V. *Serva per quinta Regola* )

I*O consiglierei . . . . a non fidarsi de' livelli materiali, i quali . . . . sono soggetti ad errori esorbitanti ec.*

Vedi ciò, che in questo proposito abbiamo detto nell'Annotazione IV. del Capo XI.

## ANNOTAZIONE X.

( Al §. VIII. *L'ottava, ed ultima*.)

N*On introdurre nel canale altre acque, se anch'esse non sono regolate, e partico-*

*ticolarmente se portano sassi, o ghiaja ec.*

Siccome le diramazioni dell'acqua da' canali regolati ponno fare, che questi ne' tratti inferiori esigano maggior pendenza; così può darsi, che l'introdurvi acqua di altri canali diminuisca quella, che senza ciò sarebbe necessaria; onde, quando da tal introduzione non possa nascere altro sconcerto, stimerei, che non si dovesse abborrire tal unione di acque, anzi metterla in capitale, per poter dare al canale tanto minor pendenza. Ben è vero, che non occorre sperar un tale avvantaggio ove le acque introdottevi portassero seco sasso, o ghiaja; ma al contrario se ne potrebbe aspettare sommo pregiudizio, e impedimento a quel fine, a cui il canale è destinato.

## ANNOTAZIONE XI.

### ( Al §. *Gli usi* )

S*Ervono a far muovere diversi edifizj idraulici.*

I canali regolati, destinati a far muovere edifizj di tal sorta, sono quelli, che propriamente in Toscana chiamano *gore* nel tratto superiore all'edifizio, solendosi dar nome di rifiuto al tratto inferiore dall'edifizio in giù fino allo sbocco del canale nel suo recipiente. In due modi servono questi canali al loro uso. Il primo si pratica solamente in magrezza d'acqua del canale, cioè quando questa è sì scarsa, che lasciandola correre seguitamente, non basterebbe a far muover le ruote; e allora si costuma di fare un'adunata di tutta quella, che porta il canale per qualche lungo tempo, col tener chiuse tanto le portine, quanto i diversivi, e gli sfogatori del canale, fino a che nella parte superiore alle portine ella si sia innalzata a quel segno, che aprendole possa bastare a dar moto alle ruote, e questo chiamasi macinare *a colta*, ovvero *a botte*. Allora, benchè aperte le portine debba a poco a poco andar calando la forza dell'acqua sopra le ruote, a misura che la superficie di essa si abbassa; nulladimeno ove il ristagno fatto si estenda nel canale per lungo tratto all' insù, non lascia di andar servendo per qualche considerabil tempo, dopo il quale conviene poi di nuovo chiudere gli sportelli, e fare un'altra raccolta d'acqua.

Nel tempo, in cui si fa il ristagnamento predetto, se l'acqua ha punto di materia atta a deporsi, ne seguono posature per tutto il tratto ristagnato, le quali benchè al riaprir le portine si sgombrino per quella parte, che corrisponde alla luce di esse fino ad una tal distanza dalle medesime; nulladimeno ne resta ristretto il canale, e in maggior distanza anche rialzato, onde viene a farsi meno capace il vaso per un'altra colta; e quindi è, che simile artifizio o non si vuol praticare, che in acque ben chiare, o porta seco la necessità d'andare espurgando a mano gl'interrimenti; al che tuttavia può supplire in parte il far correre di tempo in tempo l'acqua della colta non per le portine, ma per lo sfogatore, la cui soglia ( posto che non sia più alta del fondo del canale ) è quella, che dà regola al detto fondo.

L'altro modo più ordinario, in cui questi canali prestano il loro uffizio di muover ruote, è col loro corso seguito, regolato tuttavia dalle portine, e dagli sfogatori; e di questo solo parla l'Autore nel presente luogo.

## ANNOTAZIONE XII.

### ( Al medesimo §. *Gli usi* )

D*Ell'acqua del canale inferiore, che suole ostare al giro della ruota medesima ec.*

Una delle principali avvertenze, che si vuol avere nel condurre i canali regolati, quando questi debbono servire a' mulini, o a simili ordigni, è, che l'acqua del canal inferiore all'edifizio non osti colla sua altezza al roteggio o sia coll'annegare i cucchiaj, o ritrecini, su' quali cascando l'acqua, fa girare il fuso, che dà moto alla macchina, o sia nell'affogare le ale inferiori della ruota verticale, che gira per l'impulso fatto dall'acqua sopra una delle ale orizzontali, secondo che coll' uno, o coll'altro di questi due artifizj è fabbricato il mulino; il quale restando perciò o impedito, o ritardato nel suo movimento, dicesi *pescare*, o *guazzare*. Qual sia il segno, a cui alzandosi l'acqua nel

nel canal inferiore, basta per impedir il macinato in que' mulini, che quì chiamano *a pale* (cioè in quelli della seconda maniera delle due ora descritte), si dee dedurre dall' esperienza di altre simili macchine, avendo riguardo nel farne il confronto al più, o meno di caduta dal livello dell' acqua rialzata dalle portine fino al punto dell' ala, su cui la stessa acqua va a percuoter la ruota; alla maggiore, o minor lunghezza delle ale predette; al ricever esse sopra di se più, o meno d' acqua, o all' incontrarne la cascata in sito più, o meno lontano dall' asse della ruota; alla struttura di questa più, o meno agevole al moto, e a diverse altre circostanze, essendo certo, che secondo la varietà di queste potranno le ali inferiori della ruota guazzare qualche poco nell' acqua, senza pregiudizio della molitura. Ma negli altri mulini della prima maniera basta che l' acqua inferiore non affoghi il centro di percussione de' ritrecini, che disposti in giro orizzontale circondano il fuso, per assicurarsi, che il movimento non resti impedito.

## ANNOTAZIONE XIII.

(Al §. *Ponno essere*)

In *luogo, che l' acqua uscita da esso non dia impedimento al moto delle ruote.*

Quando l' acqua uscita dallo sfogatore ricade nel canal inferiore in luogo troppo vicino all' edifizio del mulino, può dar impedimento al moto delle ruote non pure colla sua altezza, ma eziandio coll' agitazione della superficie del canale cagionata dalla caduta fatta dallo stramazzo dello sfogatore, resistendo con tal agitazione al libero giro delle ale inferiori della ruota; e perciò conviene tener lontano al possibile dal mulino il punto del ritorno delle acque dello sfogatore entro il canale.

Ma l' impedimento più ordinario, che sogliano soffrire i mulini dall' acqua del canal inferiore, è quando, essendo essi situati non lungi dallo sbocco del detto canale nel fiume, che n' è il recipiente, sopravvengono in questo le piene, o anco le mezze piene, talmente che rigurgitando nel canale, ne sostengano l' acqua a maggior altezza di quella, con cui correrebbe quella del solo canale. Allora se l' acqua immediatamente di sotto all' edificio può alzarsi tanto da impedir il moto alle macchine, convien cessare dalla molitura; come pur converrebbe, se il rigurgito si escludesse con chiavica apposta allo sbocco del canale nel fiume recipiente; onde non vi è altro rimedio, quando anche in tale stato si voglia poter macinare, che avervi riguardo da principio nel fissare i livelli dei centri delle ruote, sulle quali dee piombar l' acqua delle portine, tenendoli a tal altezza, che per tutta quella elevazione di acque, che possa succedere immediatamente di sotto al mulino, vi resti assai di franco da non pregiudicare al moto; e però in tal caso si dee prender notizia del segno, a cui si ponno alzar le acque del recipiente nelle sue escrescenze al punto dello sbocco da darsi al canale, e riflettere alla quantità dell' acqua di esso canale, alla sua larghezza nella parte inferiore al mulino, e alla distanza di questo dallo sbocco, ricordandosi tuttavia, che (secondo le cose dette all' Annotazione III. del Capo X.) nel tratto soggetto al rigurgito l' acqua del canale non farà inclinarne la superficie, che assai meno di quello, che penderebbe, se il canale corresse libero; onde la superficie predetta immediatamente di sotto al mulino non potrà riuscir alta di molto sopra il livello della piena del recipiente, e tanto meno, quanto lo sbocco sarà più vicino. Dal livello, a cui si saranno collocate le ruote, dipende quello delle soglie delle portine, e di quella dello stramazzo del regolatore, che dee serbare una ragionevol distanza dalle portine suddette; onde può darsi caso, che la caduta del canale dalla sua origine fino allo sbocco, la quale per altro a solo riguardo del fondo di esso, e dello stramazzo da farvisi, sarebbe bastevole, divenga difettosa di sopra allo stramazzo a riguardo di sfuggire l' impedimento predetto del rigurgito, quando si voglia macinare in ogni stato del recipiente; e che però convenga tenere alta di vantaggio la soglia dell' incile, e per conseguente la chiusa, da cui il canale prende origine.

ANNO-

## ANNOTAZIONE XIV.

( Al §. *Sono composti* )

C*On quella differenza fra l'altezza, e la bassezza, che porta la caduta del sostegno.*

Per caduta del sostegno s'intende quì l'altezza del pelo d'acqua del canal superiore sopra il pelo d'acqua dell'inferiore, o sia il fondo dell'uno, e dell'altro canale tutto in un piano, o in diversi piani, giacchè nell'uno, e nell'altro modo si ponno fare i sostegni, come l'Autore dichiara più sotto nel §. *Deesi*.

## ANNOTAZIONE XV.

( Al §. *Nel vuotarsi* )

L'*Altezza, la quale dà la velocità all'uscita, è eguale alla caduta del sostegno; ma quella, che rende l'acqua veloce nell'entrare, è tanto minore della predetta, di quanto importa l'alzamento del fondo del canal superiore sopra il pelo d'acqua dell'inferiore.*

Si suppone in questo luogo, che il fondo del canal superiore non sia in un medesimo piano colla platea di muro, che costituisce il fondo del vaso del sostegno, ed è eguale al fondo del canal inferiore, ma più alto della detta platea, e regolato a tal altezza mediante una soglia, sulla quale posano le porte dell'ordine superiore, siccome quelle dell'inferiore posano sulla detta platea all'uscir del vaso del sostegno; e si suppone in oltre, che la soglia predetta, o sia il fondo del canal superiore sia più alto del pelo dell'inferiore. Ciò posto ha luogo la considerazione, che egli quì porta.

## ANNOTAZIONE XVI.

( Al §. *Alla soverchia* )

M*A se la larghezza sia uniforme in tutti i luoghi, il difetto non procederà da essa, ma dalla scarsezza dell'acqua.*

Quì *in tutti i luoghi* si dee intendere per tutto quel tratto, per cui si mantiene la medesima qualità del fondo difficile ad abbassarsi con ulteriore escavazione; e perciò attribuisce in tal caso l'Autore la larghezza del fiume alla scarsezza dell'acqua, in quanto non avendo questa assai di forza per rodere il fondo, ma avendola per dilatarsi alle sponde, come meno resistenti, troppo più guadagni in larghezza di quel che sarebbe, se portando il fiume maggior quantità d'acqua, esercitasse contra il fondo maggior forza.

## ANNOTAZIONE XVII.

( Al §. *Per fare poi* )

C*He i centri di tutte le bocche, le quali cavano acqua da esso, siano egualmente depressi sotto la superficie della medesima.*

E' da avvertire, che le regole prescritte quì dall'Autore per la distribuzione delle acque in una ragione data, servono per ottener un tal fine, secondo il metodo già insegnato da lui medesimo nel Libro VI. della Misura dell'Acque correnti; ma non escludono, che tal distribuzione non possa anco farsi con altri metodi, che per avventura potessero essere suggeriti, e per li quali sarebbe tuttavia d'uopo prescrivere altre regole.

E' anco da avvertire, che il detto metodo da lui proposto nel luogo citato, al quale sono uniformi le presenti regole, propriamente riguarda i canali orizzontali, e per conto di essi è dimostrato nelle Proposizioni del detto Libro VI., comecchè nello Scolio V.° della Proposizione IV. di quel Libro conchiuda, parergli verisimile, che possa applicarsi lo stesso metodo a' canali inclinati, ove con qualche artificio si possa fare, che la loro superficie ( non meno che quella degli orizzontali ) in ogni altezza d'acqua si mantenga paralella al fondo, che è la seconda delle condizioni, che quì egli richiede, affinchè abbia luogo il detto metodo.

In oltre richiedendo egli in questa prima regola, che i centri delle bocche, le quali debbono cavar l'acqua dal canale, siano egualmente depressi sotto la superficie corrente dell'acqua, parmi, che da ciò si raccolga intender egli, che le dette bocche tutte siano di figura circolare; e volen-

volendo poi inoltre nella Regola V., che tutte si facciano eguali, si toglie con ciò ogni scrupolo, che nascer potesse, o sia per la differenza, che può trovarsi tra il centro della figura, e il centro della velocità (ove il diametro della bocca sia di notabil grandezza), o sia per la diversità de' soffregamenti negli orli de' fori; venendo per tal maniera a collocarsi in tutti il centro di velocità egualmente basso sotto la superficie, e a farsi i soffregamenti in ciascun foro affatto eguali; onde a dispensar l'acqua nelle proporzioni, che si dimandano, non vi resta, che assegnare a ciascuno quel numero di tali bocche, che serba le dette proporzioni. L'istessa sicurezza potrebbe tuttavia ottenersi, se i fori fossero tutti di figura rettangolare, egualmente alti, ed egualmente larghi, e tutti similmente posti ad una medesima bassezza sotto il pelo dell'acqua. Con tali regole dunque meglio si provvede al bisogno, di quello che si farebbe adoperando fori rettangolari di eguale altezza, e di egual depressione sotto la superficie dell'acqua, mà di larghezze proporzionali alle acque da erogarsi; mentre il foro più capace ne rapirebbe sempre più del dovere a cagione del soffregamento minore per rispetto alla sua capacità, che è quello, che egli nota in questo §. alla detta quinta Regola, e molto maggiori abbaglj si prenderebbero facendo i fori d'altre figure.

Stimo contuttociò doversi alle regole, prescritte in questo luogo dall'Autore, aggiugnerne a maggior sicurezza un'altra, cioè, che i predetti fori siano talmente scavati entro la grossezza della pietra, in cui ciascuno è scolpito, che anco la figura degli orli, e delle pareti del foro per tutta la detta grossezza sia in tutti perfettamente eguale, simile, e similmente posta, dappoichè le celebri esperienze del Signor Marchese Poleni, da noi accennate nell' Annotazione III. del Capo I., hanno fatto vedere di quanto momento sia la diversa maniera, in cui è scavato il foro, per variare la quantità dell'acqua estratta, non ostante l'uniformità di tutte le altre circostanze.

## ANNOTAZIONE XVIII.

( Al §. *Discorrendo* )

D*Ubitandosi, che una distribuzione fatta sia giusta, è facile, trattandosi di piccoli canaletti, di escavare fossi eguali nel terreno ec.*

L'espediente, che l'Autore qui suggerisce di assicurarsi della giustezza dell'erogazione dell'acqua per diverse bocche coll'attual misura di quanta ne esca per l'una, e per l'altra in un medesimo tempo, è quel solo, che, a mio credere, può togliere ogni scrupolo in una così difficil materia; nè solamente un tal metodo può servire a saper la proporzione delle acque, ma anco a rilevarne la quantità assoluta, la quale stimo difficilissimo accertare per altra strada, che per quella dell'esperienza, attesi i molti capi di oscurità, ne' quali è inviluppata una tal ricerca, come si può dedurre dalle Annotazioni fatte in più luoghi di quest'Opera, e singolarmente al I., e al IV. Capo. E' ben vero, che se i fori, che si paragonano, non saranno egualmente sommersi sotto la superficie dell'acqua, o se essendolo in uno stato di acqua, non lo fossero poi in tutti gli altri (non portando per avventura quel canale la superficie sempre paralella a se stessa) la proporzione trovata non sarà costante, ma si varierà nelle escrescenze, e nelle decrescenze del canale. In tal caso niente saprei dir di più di quello, che l'Autore ha detto nel §. *Per fare* alla seconda Regola, cioè, che si procurasse, che almeno la distribuzione fosse proporzionata, e stasse a dovere, supposto il pelo del canale nella sua maggior bassezza; perchè essendo allora appunto maggiore il bisogno, che si ha d'acqua, *se alcuna lesione, o improporzione ha da succedere, è meglio, che ciò sia in tempo d'acqua abbondante.*

Se fosse praticabile l'attual misura dell' acqua del canale con raccorla tutta per un tale spazio di tempo entro d'una gran vasca di nota capacità, allora si potrebbe con misurar eziandio l'acqua estratta in egual tempo da uno, o più fori di erogazione apposti al medesimo canale, vedere la proporzione di tutta l'acqua del canale a quella, che ne divertono le bocche predette;

dette: notizia non meno importante di quella della proporzione delle acque estratte da due diverse bocche; mentre spesse volte si dà, che le acque si compartano assai ragionevolmente fra due, o più, che hanno il diritto di prenderle, ma assai irragionevolmente si tratti col pubblico, dandone troppo a tutti, e lasciandone in canale meno di quello, che è necessario ai pubblici usi, come delle fontane comuni, delle navigazioni, de' mulini, e di altri edifizj, che riguardano i comodi universali delle Città.

# ANNOTAZIONI
## AL CAPO DECIMOTERZO.

### ANNOTAZIONE I.

(Al §. Primo)

C*Iò s'ottiene in due maniere, cioè o per essiccazione, o per alluvione.*

I terreni renduti fruttiferi sia nell'una, o nell'altra di queste due maniere, si comprendono sotto il general nome di *novali*, di *acquisti*, o di *ritratti*; ma quelli, che sono bonificati per alluvione, con nome speciale chiamansi eziandio *colmate*, come quelli, che essendo stati per l'addietro seni, e ricettacoli infruttiferi d'acque stagnanti, col mezzo delle torbide vengono ad esser pieni, e ricolmi di fertil terra.

### ANNOTAZIONE II.

(Al §. *Quando un fiume*)

I *Luoghi vicini agli sbocchi del fiume si alzano colle alluvioni di pura sabbia, i più lontani col limo ec.*

Per luoghi vicini agli sbocchi intende l'Autore i vicini all'ingresso del fiume nella palude, e non i vicini all'esito, che egli abbia dalla palude in qualche recipiente.

### ANNOTAZIONE III.

(Al medesimo §. *Quando un fiume*)

S*Inchè la palude conserva il suo fondo, il fiume influente non vi si prolunga dentro con gran sollecitudine . . . . ma ridotta che sia colle deposizioni a poca altezza d'acqua, allora comincia a scoprirsi terreno con gran prestezza in più luoghi, e di gran passo s'avanza la linea del fiume.*

Non è difficile a intendersi la cagione di un tal effetto; imperocchè finoattantochè il letto, che il fiume si è andato formando per mezzo la palude colle sue posature, resta notabilmente sepolto sotto l'acqua di questa, il fiume da quel punto in giù, in cui sbocca nella medesima, perde la natura di fiume, e dilatando per essa le sue acque non esige più una, che un'altra pendenza, ma si accomoda a quella del suo ricettacolo; ma sì tosto che la libertà del dilatarsi gli vien tolta, o notabilmente diminuita dal fondo, che lo sorregge, e in un certo modo lo guida per quella determinata linea, su cui si sono sott'acqua formate le sponde, riacquista natura di fiume; e però trovando quel letto in positura orizzontale, o almeno non così inclinata, come ricerca la qualità delle materie, che egli porta, subito comincia a rassettarselo con nuove deposizioni, le quali tanto più sono sollecite, quanto meno ponno le sue torbide lateralmente divagarsi, e però presto sorgono dalla superficie della palude, e le formano spalla.

### ANNOTAZIONE VI.

(Al §. *Da tutti questi effetti*)

B*Uoni, ed ampj sbocchi alla palude per iscarico delle acque del fiume.*

Gli sbocchi alla palude sono necessarj,

ed utili, perchè la superficie di essa esorbitantemente non si alzi dalle piene del fiume, e non producano per conto di tale alzamento tutti que' mali effetti, che l'Autore ha considerati nel §. precedente, e però soggiugne, e *ciò serve ad impedire la soverchia elevazione di pelo della medesima*; ma non ponno già impedire, che il fiume inalveandosi per la palude fino agli sbocchi predetti (o fino a quelli tra essi, a' quali lo indirizzeranno le circostanze del suo corso), non si alzi col suo fondo, tanto per entro lo spazio della palude, quanto nelle parti superiori, come in quel luogo si è detto dover seguire.

## ANNOTAZIONE V.

(Al medesimo § *Da tutti questi effetti*)

*Quando il fiume inalveandosi per la palude, debba necessariamente così alzarsi di fondo, che non possano scolare in esso i terreni bonificati; bisogna pure divertirlo.*

Si può facilmente prevedere, se il fiume nel prolungarsi la linea attraverso la palude debba talmente alzarsi col fondo da chiuder l'esito allo scolo de' terreni bonificati; mentre le livellazioni del medesimo fatte nel tratto, ove egli corre inalveato, e nelle vicinanze del suo ingresso nella palude, ponno mostrare qual sia la sua naturale pendenza, conosciuta la quale potendosi altresì sapere la lunghezza del viaggio, ch'egli è per fare attraverso la palude fino all'uscire della medesima, si potrà dedurre quanto egli debba pendere dal punto dell'ingresso fino a quello dell'esito, dopo di che egli fin colà avrà prolungato, e stabilito il suo alveo. Prendendo dunque per punto fisso il fondo dell'emissario, per cui l'acqua del fiume uscirà dalla palude, caso che questa abbia naturalmente, o artificialmente uno sbocco, oppure quel piano di terra, su cui dovrà andarsi a spianare il fondo del fiume dopo averla riempita, caso che non l'abbia, e da quel punto in su tirando una linea della lunghezza, e della pendenza trovata, si vedrà a luogo a luogo, se questa riesca superiore, o inferiore, e di quanto alla superficie delle alluvioni da lui prodotte, e che sarebbero in istato di render frutto ove si provvedessero di scolo, e si difendessero dalle espansioni del medesimo fiume. Trovandosi dunque la linea predetta più alta de' nuovi terreni, non potranno le acque di questi aver recapito entro il fiume, e converrà rimuoverlo, se si vogliono mettere a frutto le nuove alluvioni; se pure non vi fosse modo, o di condurre gli scoli di esse in altre parti inferiori del medesimo fiume passato il tratto della palude, oppure d'inviarle a qualche altro congruo recipiente.

## ANNOTAZIONE VI.

(Al medesimo §. *Da tutti*)

*Essendo affatto impossibile, che un fiume di tal natura possa da se medesimo interamente inalvearsi fra le proprie alluvioni ec.*

Per fino a tanto che il fiume si va alzando di fondo nel prolungar che fa il proprio alveo o attraverso la palude, o anco oltre di essa fino ad un recipiente, a cui tributi le sue acque, ed ivi stabilisca il suo sbocco, certo è, che egli si andrà eziandio alzando di superficie, e perciò non sarà ancora interamente inalveato. Ove poi egli cessi di rialzarsi, rimarrà nulladimeno la superficie di esso (posto un medesimo stato di acqua nel fiume) a quella medesima altezza, a cui si trovava quando cessò l'alzamento; nel quale stato essendosi veduto, che la sua superficie non era per anco incassata, e sepolta fra le alluvioni, niente più potrà esserlo dopo cessato l'alzamento, e però il fiume almeno nelle massime sue piene traboccherà sempre dalle sponde sopra le alluvioni da lui prodotte. Egli è ben vero, che stabilito una volta il fondo, le piene sopravvegnenti alzando sempre alcun poco le ripe con altre posature di limo, renderebbero a poco a poco la cassa del fiume più alta, e capace di maggior corpo d'acqua, e però la maggior forza di questa potrebbe di nuovo abbassare qualche poco il fondo; onde non avrei difficoltà a credere, che dopo lunghissimo tratto di tempo la superficie delle piene potesse anco rimanere del tutto incassata, ed eguale alle ripe.

ANNO-

### ANNOTAZIONE VII.

( Al §. *Più innocenti* )

UN' *altra chiavica destinata non a ricever le torbide, ma a trasmetter le chiare nel di lui alveo, la quale, fatta che sia la bonificazione superiore, potrà servire a bonificare i terreni inferiori.*

Cioè potrà servire allora a prender le torbide del fiume, e a condurle per colmare altri terreni non compresi nella prima colmata.

# ANNOTAZIONI

## AL CAPO DECIMOQUARTO.

### ANNOTAZIONE I.

( Al §. *Le mutazioni* )

QUeste *ultime mutazioni si chiamano tagli, e si fanno con sicurezza di esito, quando vi concorrano le necessarie circostanze ec.*

Dei tagli dei fiumi qualche cosa aveva già detto l' Autore nel Capo VI. al Coroll. XI. della Prop. VIII., considerando allora solamente i riguardi, che debbono aversi in ordine al provvedere alla tortuosità del fiume, talmente che dopo seguito il taglio non abbia a rimanere ancora, o a farsi di bel nuovo tortuoso; e però gli avvertimenti da lui dati in quel luogo si ponno unire alle presenti Regole, quando venga il caso di fare simili lavori.

### ANNOTAZIONE II.

( Al §. *In queste condizioni* )

BAsta *scavare un canale per la linea disegnata largo 25., o 30. piedi, ed in alcuni casi anco meno . . . . , e di profondità conveniente, comunicante dall' una parte, e dall' altra col fiume ec.*

Non determina l' Autore alcuna profondità limitata per l' escavazione, mettendo in conto, che nelle circostanze da lui supposte la natura medesima sia per profondare il taglio nelle prime piene, che vengono al fiume, come in fatti dovrà succedere; e con tal certezza si può risparmiare molto di spesa nel preparar l'alveo del taglio.

Ma se la necessità di divertire il fiume dalla primiera sua strada fosse così urgente, che convenisse pensare ad ajutare la forza della natura per sollecitare l' inalveazione del fiume nel taglio (come quando il fiume minacciasse nella prima piena un' irreparabil rotta negli argini dell' antico suo letto, o quando avendoli già rotti, nè essendovi il tempo di ristorarli, ne sovrastasse inondazioni di gran conseguenza), allora si dovrebbe fare l'escavazione del taglio in larghezza eguale, o poco minore di quella del fiume, e disporre il fondo del taglio in un piano, che congiugnesse il fondo del suo imbocco con quello dello sbocco; e quindi intestando l' alveo vecchio con un argine alla maggior altezza possibile, ne seguirebbe alle prime piene il totale abbandonamento dell' antica strada, e lo stabilimento in quella del taglio. Anzi più sicuro ancora, e più sollecito sarebbe l'effetto, se l' alveo del taglio dal fondo dello sbocco insù fino all' imbocco si escavasse su quella linea cadente, che è naturale al fiume, e su cui col tratto del tempo si dee stabilire il taglio medesimo, che è come continuare all' insù il fondo dell' alveo inferiore al taglio nell' imbocco, lasciando come uno scalino, che per necessità dee restarvi, quando la linea del taglio si supponga più breve di quella del letto antico.

Torna qui a proposito l' avvertire, che o siasi preparato a mano l' alveo del taglio nella maniera ultimamente detta, o si lasci alla natura il ridurlo, e rassettarlo con tal pendenza, sempre è necessario, che tutto il letto superiore al taglio anch' egli si ab-

si abbassi, e si disponga nel medesimo piano del fondo del taglio prodotto allo insù, e paralello a quello del primiero fondo, facendosi un solo piano e del taglio, e dell'alveo superiore ad esso coll' inferiore, il quale non dovrà punto alterarsi; o almeno facendosi dei detti fondi una sola superficie curva seguita, caso che il fiume in diverse sue parti richieda diverse pendenze. Anzi se si considera, che l'acqua nel tratto del taglio, che si suppone retto, non sarà arrestata da quegli impedimenti, che nel vecchio suo alveo le recavano le tortuosità, e per conseguenza avrà corso più spedito, e più velocemente scorrerà uno spazio di data lunghezza, si può dedurne, che essa scaverà il fondo del taglio alquanto più di quello, che richiedesse la primiera cadente del fiume, e per conseguenza che il detto fondo del taglio nel punto dell'imbocco resterà alquanto più basso della cadente sopraddetta; onde anche il tratto superiore al taglio, il quale si dee appoggiare al detto punto dell'imbocco, verrà ad abbassarsi un poco più di quello, che si era detto, serbando egli tuttavia la primiera declività, o pendenza. Si potrebbe anche aggiugnere, che nella parte inferiore al taglio fosse per seguire qualche abbassamento di fondo, a riguardo della velocità, con cui vi entrerà l'acqua per la strada del taglio, maggiore di quella, con cui vi entrava per la strada abbandonata del fiume; ma ciò non può fare alcun effetto di considerazione se non per poco tratto, dovendo quest'acqua, incanalata che sia nel tratto inferiore, incontrar di nuovo tutte quelle resistenze, e quegl' impedimenti, che prima v'incontrava.

Da tutto ciò si può dedurre, che quando i tagli siano fatti colle predette regole, e cautele grandissimo è il beneficio, che apportano, non pure in ordine ai fini, per li quali si sogliono intraprendere (cioè di dirizzare le tortuosità del fiume, e di allontanarlo dai siti, i quali minaccia, o di avvicinarlo ad altri, a' quali può esser utile), ma eziandio in ordine al provvedere a tutti que' disordini, che il fiume portava colla sua soverchia altezza nelle parti di sopra al taglio, come sono i pericoli de' trabocchi, i ristagni degli scoli, gli incomodi delle sorgive, ed altri simili, ai quali il taglio porge rimedio profondando maggiormente tutto il letto del fiume nella parte predetta.

In tal proposito sarà opportuno osservare un errore, in cui alcune volte ho veduto incorrere uomini per altro esperti, volendo rappresentare in profilo le cadenti o sia del fondo, o sia degli argini di un fiume, in cui si tratti di fare un taglio, ad effetto di scorgere dal detto profilo lo stato, a cui si ridurranno le dette cadenti per rapporto alle campagne adjacenti, o a' termini stabili situati lungo il fiume, come per dedurre a cagion d'esempio, se la soglia d'una tal chiavica, che sbocchi in esso, resterà più alta del fondo, e di quanto; se i tali terreni potranno avervi scolo; qual sia per essere a luogo a luogo l'altezza delle piene del fiume sopra il piano di terra, ed altre cose simili; e l'errore consiste nel pretender di rappresentare le dette cadenti del fiume dopo il taglio nello stesso profilo, in cui già siano delineate in misura le medesime nello stato, in cui si trova il fiume avanti il taglio; il che non si può assolutamente fare, ma convien delinearle in profilo a parte, se si vogliono serbare le debite proporzioni delle cadute, e delle distanze. A maggior chiarezza di ciò si osservi la (*Tav.* 19. *Fig.* 90.), nella quale si dimostra in pianta l'andamento di un fiume tortuoso G R D C B A, e sotto la pianta si vede in profilo la cadente del suo fondo A H, dinotandosi colle medesime lettere apposte alla linea orizzontale del profilo A G i medesimi punti della pianta. Sia lo sbocco, o ultimo termine del fiume A, il punto destinato all'imboccatura del taglio da farsi D, lo sbocco del taglio B, e l'alveo di esso D B. Poichè dunque per le cose dette, dopo seguito il taglio non si dee cangiar punto la cadente del fiume nella parte inferiore ad esso B A, ne segue, che la parte del fondo A K, che nel profilo corrisponde al detto tratto inferiore B A, dovrà servire ancor dopo il taglio, e rappresentar tuttavia la cadente del fondo in quel tratto. Se dunque ora si pretendesse di ritenere eziandio il medesimo punto dell'orizzontale del profilo D, che risponde al punto dell'imboccatura del taglio D nella pianta, per farlo

lo servire a dinotare anche dopo il taglio la medesima imboccatura, è manifesto, che si errerebbe nelle distanze, mentre la lunghezza D B, che nel profilo corrispondeva alla strada tortuosa del fiume D C B della pianta, non può più rappresentare (ritenendo la scala di prima) la linea D E B del taglio, la quale supporremo di lunghezza minore di D C B. Quindi è, che sebbene per trovar l'altezza, o caduta del fondo del taglio nel suo imbocco sopra il fondo K dello sbocco, si potrebbe raccorciare la perpendicolare D I terminante al vecchio fondo del fiume I, calcolandone l'abbassamento I L, che in ragguaglio della pendenza nota del fiume conviene all'accorciamento del viaggio per D E B rispetto alla linea per D C B, e con ciò la positura del nuovo fondo in L sarebbe giusta quanto all'altezza; nulladimeno congiugnendo L K, la cadente L K non sarebbe quella, che realmente converrebbe al tratto del taglio D E B, perchè tal cadente, atteso l'errore nella distanza D B del profilo, non serberebbe la dovuta inclinazione, che deve essere la medesima, che quella del primiero fondo K I. E se la detta cadente L K si prolungasse alle parti superiori del profilo, come fino alla perpendicolare G H in T, non sarebbe il punto T a quell'altezza, che dopo il taglio avrebbe il fondo del fiume nel sito G della pianta, e supponendola tale, si farebbe errore nelle conseguenze, che se ne ricavassero. Convien dunque per rappresentare in profilo il fondo stabilito, o da stabilirsi del fiume dopo il taglio, fare un disegno a parte, come si mostra in a g h, dinotandosi in esso colle lettere minuscole i medesimi punti, che si dinotano colle majuscole nella pianta, e nel primo profilo, e tirar la cadente a k colla medesima inclinazione di A K, cioè con quella, che è naturale al fiume; indi conviene segnare il punto d in tanta distanza dal punto b quanta è la lunghezza della linea del taglio D E B; e prolungando a k fino all'incontro della perpendicolare d i tirata per d, sarà i la giusta positura del fondo nell'imbocco del taglio, ed i k sarà la vera cadente dell'alveo di esso D E B. Parimente si dovranno segnare i punti r, g, ec. in tanta distanza dal punto d, quanta ne hanno i punti R, G dal punto D della pianta, misurando per la strada del taglio; e prodotta a k i alle parti superiori in h, si avranno nelle perpendicolari tirate per r, g ec. le vere positure del nuovo fondo stabilito corrispondenti ai punti R, G della pianta, e sarà compito il profilo dello stato del fiume dopo il taglio nelle debite proporzioni; equivalendo in somma il taglio (in ordine a questo effetto) ad un accostamento, che si facesse del punto D, e di tutti gli altri superiori all'imbocco al punto B dello sbocco, il quale accostamento fosse tanto, quanta è la differenza tra la primiera linea del fiume D C B, e la linea del taglio D E B; e una simile riflessione può anco aver luogo ne' taglj, ne' quali si muta lo sbocco al fiume, ancorchè il fondo del nuovo sbocco si tenga allo stesso livello di quello della primiera foce.

## ANNOTAZIONE III.

(Al §. *Nel primo caso numero 2.*)

S*E il fiume ha l'alveo stabilito, bisogna fare un'esatta livellazione della di lui declività.*

Si potrebbe qui per avventura domandare da quali segni si possa conoscere, se l'alveo d'un fiume sia, o non sia stabilito. Intorno a ciò stimo niuno più sicuro indizio potervi essere, che l'esperienza di un qualche numero d'anni, e di escrescenze del fiume, dopo le quali costantemente si osservi non essersi egli nè alzato, nè abbassato di letto, ma tuttora mantenersi nel medesimo stato. Si vuole bensì usare ogni cautela nel fare simili sperienze, nè altro sicuro paragone vi ha, che quello de' punti stabili situati lungo il fiume, come di soglie di chiaviche, di sommità di fabbriche, o d'altri tali termini, che si sappia certamente non essere stati alterati da un tempo all'altro. A questi termini dunque si dee riferire colle livellazioni lo stato del fiume; e quando in diversi tempi si trovi il medesimo, si può esser certo, che l'alveo sia stabilito.

Tal relazione si può fare in più maniere, e prima riferendo ai detti termini immediatamente il fondo del fiume col livellare quanto egli in un tal sito sia più alto,

o più

o più basso di alcun punto fisso in un tempo, e poi col replicare le misure dopo qualche anno; nel che tuttavia conviene aver cura di non s'ingannare tra le irregolarità del fondo, che può avere dei gorgh, o dei ridossi, che siano diversi anco in un medesimo sito in diversi tempi (il che accade specialmente ne' gran fiumi, e ne' luoghi, ove l'alveo è tortuoso) senza però che in universale lo stato del fiume sia cangiato. E molto più è facile il prendere in ciò degli equivoci ne' fiumi maggiori, che ne' minori, per esser ne' primi ordinariamente più profondi i gorghi, e i dossi più elevati.

Molto più è difficile trovare immediatamente lo stato del fondo per rapporto a' termini stabili ne' fiumi perenni, perchè in essi dovendosi congiungere alla livellazione gli scandagli, si può nel far questi non toccar sempre per avventura il maggior fondo del fiume nascosto sott' acqua, o toccarlo in sito ineguale, e che non possa dar regola; onde allora è assolutamente necessario sfuggire i siti tortuosi, e irregolari del fiume, se si vuol prendere qualche lume sicuro da tali sperienze.

Molto più certo indizio dello stabilimento di un fiume è, quando le maggiori piene di esso dopo un buon numero d'anni si osservino toccar sempre a un dipresso i medesimi segni stabili, o solo con tanto divario, quanto ragionevolmente può attribuirsi a' diversi gradi delle medesime piene. Solo si vuol avvertire di non fidarsi di tali osservazioni, quando si facciano in que' siti, ne' quali concorra a sostenere la superficie del fiume il rigurgito o del suo recipiente, o di qualche influente dello stesso fiume, potendo esser diverse anco in un medesimo sito le altezze delle piene d'un medesimo grado, quando nelle diverse osservazioni, che se ne fanno, il rigurgito alcuna volta vi concorre più, altra volta meno, o niente affatto.

Un altro riscontro, e forse il più certo di tutti può aversi ne' fiumi perenni dall' acqua bassa, cioè o dal pelo ordinario, sotto cui corre il fiume la maggior parte dell' anno, o piuttosto dal pelo infimo, a cui si riduce nelle maggiori siccità. Se i segni, che tocca la superficie del fiume in tale stato, si trovano i medesimi in un corso di alcuni alcuni anni, non può esservi sospetto di cangiamento nel letto del fiume, tuttavolta che non sia scemata, o pure accresciuta la quantità assoluta dell' acqua, che egli prende dai laghi, o da altre sorgenti.

Suole ancora dedursi argomento di elevazione di letto ne' fiumi dagli alzamenti, che si sa essere stati fatti degli argini di essi, non costumandosi di far tali lavori, quando le piene col loro alzarsi più che prima non ne indichino il bisogno. Qui tuttavolta si può di leggeri ingannare nel dar nome di alzamento a quello, che può essere stato mera riattazione per essersi l' argine in qualche tratto abbassato più del dovere; onde anco in questi casi si dee ricorrere al confronto de' termini stabili, e vedere oltre ciò, se l' alzamento si sia dovuto fare in universale (almeno per lunghissimi tratti) o solamente a luogo a luogo. Talvolta ancora l' essersi accostato il fiume a battere col filone una ripa, che prima non batteva, obbliga a fortificar l' argine, e anco ad alzarlo o per maggior robustezza, o per uguagliare lo stesso filone, che si sostiene più alto del rimanente della sezione del fiume (come ha notato l' Autore nel Capo VI. §. *L'altezza maggiore*) senza che però lo stato di questo in generale siasi alterato.

Un indizio assai forte di abbassamento del letto d' un fiume, è quando la soglia d' un canale comunicante col fiume, e destinato altre volte ad uso di navigazione, si trovi in tempo di magrezza di questo avere sopra di se così poco d' acqua, che non possa reggere i navicelli soliti per l' addietro a passarvi; e molto più se la detta soglia restasse più alta del pelo infimo del fiume, o pochissimo più bassa, per modo che l' acqua del canale arrivando alla detta soglia, facesse una cascata per entrar nel fiume; non avendo del credibile, che da principio fosse sì mal collocata da non poter servire in tale stato del fiume all' uso, a cui si destinava, e perciò dovendosi credere, che il riuscir troppo alta rispetto al fiume nasca da abbassamento del fiume stesso.

Così ancora se nel raccorciare, o altrimente mutare la soglia di qualche chiavica, che scaricasse le acque nel fiume, si sapesse

pesse essersi questa collocata ad un livello più basso, se le chiaviche più moderne avessero le loro soglie tutte più basse di quelle delle antiche nelle medesime vicinanze; se qualche tratto di campagna assai bassa, che prima era paludosa per non avere scolo assai felice entro il fiume, si trovasse eseccata per aver cominciato a tramandarvi le sue acque, tutti sarebbero indizj di abbassamento dell' alveo del fiume. E al contrario ne indicherebbe alzamento l' essersi perduto lo scolo di terre, che prima ne godevano o immediatamente nel fiume, o ne' suoi influenti, come pure l' essersi i detti influenti rialzati di letto, massimamente nelle parti più vicine a' loro sbocchi, le quali prima delle altre debbono risentirne gli effetti.

Ove manchino indizj dedotti dall' esperienza, lo stabilimento del letto d'un fiume si può ragionevolmente dedurre da questo solo, che per lo corso di molti anni non sia stata fatta in esso alcuna novità atta ad alterarne lo stato. Quando dunque non siano state introdotte in esso nuove acque, nè diramate le sue, quando non ne sia stato naturalmente, o artificialmente nè allungata, nè raccorciata la linea, nè cangiato lo sbocco, quando le materie, che egli porta miste alle sue acque, sieno tuttavia della medesima condizione di prima, niuna cagione può esservi, per cui non debba in sì lungo tempo riputarsi stabilito.

Al contrario se fosse accaduta di fresco nel fiume qualche rotta, per cui egli in tutto, o in parte si fosse deviato dal suo alveo, se vi fosse stato introdotto poc' anzi qualche nuovo torrente, e più ancora se questo vi recasse ghiaja più greve di quella dello stesso fiume; se la linea di questo si fosse prolungata nel mare, o fra paludi; se lo sbocco ne fosse stato recentemente trasportato ad altro termine più alto, o più basso, o pure se ritenuta l' istessa altezza del termine, il fiume vi giungesse per una strada più lunga, o più breve della prima, si potrebbe ragionevolmente temere, che dopo tali mutazioni l' alveo non fosse per anco stabilito, nè sarebbe sicuro livellarne in tale stato la pendenza per servirsene di norma nella nuova inalveazione da farsene.

In proposito de' fiumi, che vanno vagando per paludi, e fra esse prolungano il loro alveo, si dee osservare, che l' atto di un tale prolungamento il più delle volte non è perpetuo, ma interrotto, mentre (per le cose dette nel Capo XIII.) il fiume entrato che sia in una palude, lungo tempo può trattenervisi senza farsi per essa il nuovo letto; e in tale stato il suo sbocco nella palude serve di ultimo termine al letto superiore, il quale perciò può aver tempo di stabilirsi, fino a che interrita la palude si scopra in essa il prolungamento dell' alveo; e allora solo anche il fiume superiore dee tornarsi ad alzare, e in tale stato non può considerarsi come stabilito: che se dopo ciò si avanzerà il fiume a sboccare in un' altra palude inferiore, si potrà di nuovo per qualche tempo stabilir l' alveo superiore, e un' altra volta poi sconcertarsi, quando il fiume si sia incassato in quest' ultima palude. Questo è ciò, che è accaduto nel nostro Reno, a misura che è andato interrendo ora una, ora un' altra delle valli, per le quali si fa vagare; e con ciò si spiega come l' alveo di esso più volte livellato, e specialmente negli anni 1693., 1716., e 1720. si è ogni volta trovato di mano in mano più alto sopra i medesimi termini fissi, ma tuttavia sempre colla medesima declività cioè sempre a un dipresso in ragione di 15. once per miglio di misura Bolognese.

Intorno alle livellazioni, colle quali prescrive l' Autore doversi cercare la pendenza naturale del fiume, che si suppone stabilito, oltre tutte le avvertenze da lui date in questo, ed in altri luoghi della presente sua opera, si vuol ricordare, che ciascun fiume, benchè abbia in ciascun tratto una determinata pendenza propria alla forza delle sue acque, e alla condizione delle materie, che ivi porta, nulladimeno questa pendenza non è sì rigorosamente limitata dalla natura, che perpetuamente debba in quel tratto trovarsi la medesima, anzi dee andarsi librando fra due termini estremi, accrescendosi alquanto nelle minori escrescenze del fiume, e scemandosi nelle maggiori, come si è detto in diversi luoghi del Capo V., e particolarmente nell' Annotazione XXVI., e con ciò si può render ragione delle piccole diversità, che sono state talvolta trovate nelle pendenze d'

un

un medesimo fiume, e di un medesimo tratto di esso. Quando dunque si voglia fare nuova inalveazione, non v'ha dubbio, che per istar sul sicuro non si debba prendere per pendenza naturale piuttosto la maggiore, che la minore di quelle, che colle livellazioni si saranno trovate in un tratto determinato, tornando conto in simili casi ingannarsi anzi nel più, che nel meno per giudicare con maggior sicurezza intorno alla sufficienza della caduta nel nuovo alveo.

Conviene ancora avvertire, che ad effetto di ben accertare la detta natural pendenza fa d'uopo continuar la livellazione del fiume per la lunghezza di qualche miglio, potendo nelle piccole distanze restar oscurata la giusta misura dell' inclinazione, che si cerca, dalle irregolarità del fondo. Anzi in vece di livellarne il fondo è più sicuro di livellarne il pelo dell' acqua bassa in istato permanente (da riconoscersi con segni posti a fior d'acqua), e tale, che essa bagni da ripa a ripa in poca altezza, che con ciò si ha un piano più regolare, e che sarebbe esattamente paralello al piano del fondo, se questo non avesse le irregolarità predette. Si potrebbe eziandio livellare il pelo di una piena, riconoscendo negli argini i segni da essa lasciati; ma trattandosi di voler sapere l' inclinazione del fondo, non è sicuro valersi del pelo alto, se non dove questo cammina paralello al fondo, il che, secondo le cose dette altrove, non si verifica per tutta la lunghezza del fiume.

## ANNOTAZIONE IV.

( Al medesimo §. *Nel primo caso, e al detto num. 2.* )

C*On avvertire alle mutazioni, che alla medesima ponno accadere a causa o della materia, che porta in siti diversi, o dell' influsso di altri fiumi, che a lui s' uniscano nelle parti inferiori.*

Conosciutasi colle livellazioni la pendenza del fiume da divertirsi, non si dee pronunciare, che la medesima debba esser quella, che si dovrà dare all' alveo della diversione, senza ponderar prima le cagioni, che ponno esservi di mutazione di tal pendenza. Perchè se il fiume nel tratto livellato a cagione d'esempio porterà una qualità di materia come di ghiaja, ma la diversione debba farsi più in giù in sito, ove non porti più che arena, o se nel detto tratto superiore correrà solitario, ma di sopra al punto, onde vuol divertirsi, sarà già arricchito di altre acque, è manifesto, che la pendenza da darsi al nuovo alveo sarà diversa da quella del tratto livellato nel vecchio. A ciò dunque vuole l' Autore, che si abbia riguardo, o pure sarà meglio scegliere per la livellazione del fiume un tratto di esso vicino al punto della diversione, e piuttosto inferiore, che superiore, in cui tutte le circostanze debbano esser le medesime, e in tal caso la pendenza trovata sarà quella, che dovrà serbarsi nell' inalveazione.

Pretendono alcuni, e con qualche apparenza di ragione, che ne' tratti de' fiumi, i quali non portano più che arena, le declività scemino andando all' ingiù, a misura che la sabbia si va assottigliando; il che se sussistesse, potrebbe dar qualche ulterior lume per la pratica di simili derivazioni, e qualche vantaggio nelle cadute. Quello, che intorno ciò saprei dire, è, che nel Reno dallo sbocco della Sammoggia in giù per 12., e più miglia non si osserva con evidenza alcuna degradazione sensibile nelle inclinazioni, con tutto che paja certo, che la sabbia di esso sempre si faccia di mano in mano più minuta.

## ANNOTAZIONE V.

( Al medesimo §. *Nel primo caso num. 6.* )

S*Opra il fondo, che dee avere lo sbocco, il quale sarà tanto più basso della superficie dell' influente, quanto si sarà trovato esser quello del fiume sopraddetto.*

Per superficie dell' influente s' intende qui la superficie comune ad esso, e al recipiente nel punto dello sbocco, giacchè in quel punto debbono concorrere amendue le superficie a volere, che lo sbocco sia stabilito, e quale glielo darebbe la stessa natura, per le cose dette nel Capo VIII.

Dal non aver considerato questo profondamento dello sbocco de' fiumi sotto il pelo del recipiente con figurarsi, che l' influente

fluente dovesse piuttosto stramazzare da alto sopra di esso, e non seppellirsi tutto sotto la detta superficie, sono nati molte volte o sinistri giudicj intorno la possibilità delle inalveazioni proposte, o calcoli di spese immense nelle arginature delle dette inalveazioni, figurandole assai più alte del bisogno.

## ANNOTAZIONE VI.

( Al detto §. *Nel primo caso num. 7.* )

E *Sopra di esso descrivere la linea cadente del fondo della nuova inalveazione cominciando dalla parte inferiore, cioè dal fondo, che si pretende dover esser quello della foce, e continuandola all' insù colla stessa inclinazione, che ha quello del fiume vecchio.*

Il metodo, che qui prescrive l' Autore di delinear le cadenti degli alvei destinati a' fiumi, cominciando dalla parte inferiore, e dal fondo dello sbocco, e venendo alla superiore con quella pendenza, che si è trovata essere naturale ( in parità di circostanze ) al fiume da inalvearsi, è una conseguenza necessaria della dottrina da lui data in quest' opera, e specialmente nel Capo V., e nell' VIII. intorno alle inclinazioni de' fiumi, e ai loro sbocchi, e da esso posta in chiaro in una breve scrittura esibita nella visita del Reno fatta da' due Cardinali D' Adda, e Barberino del 1693. Benchè una tal regola sia stata a' giorni nostri comunemente adottata da chiunque ha fior di senno, nulladimeno non mancano uomini per altro esperti, che non se ne sono per anco renduti capaci, ingannati, come è da credere, dall' autorità d' alcuni più antichi, e dall' esempio di quello, che questi avevano giudicato in casi simili, e nominatamente in quello del Reno, come si vede da alcuni profili, che sono alle stampe. Pretendono essi, che la linea cadente da darsi al fondo del nuovo alveo d' un fiume, che si voglia divertire, sia quella retta, che si tirerebbe dal fondo, che si trova aver questo fiume nel punto destinato alla sua diversione al fondo dello sbocco, che si assegna al detto nuovo alveo. A quelli, che così l' intendono, si potrebbe domandare, se direbbero lo stesso, quando il fondo del fiume nel punto della diversione fosse alto v. gr. un piede, o due di più di quel che egli si trova essere, e quando lo neghino, dovranno confessare, che il loro metodo non è universale, e rendere una ragione, per la quale così prescrivano doversi fare, quando il detto fondo ha una tal cadente sopra quello dello sbocco, e poi non vogliano, che lo stesso si faccia quando egli vi abbia un piede, o due di caduta di vantaggio; la qual ragione non potendo esser altra, che questa, cioè che la cadente sarebbe allora troppo ripida, e precipitosa, e che il fiume colla sua forza dovrebbe abbassarsela, dovranno anche render ragione come sappiano, che per quei due piedi di più divenga precipitosa, quando con due piedi di meno stimavano, che stasse a dovere; e in brieve dovranno confessare, che la natura di quel fiume non è indifferente ad ogni pendenza, ma ne chiede una piuttosto, che un' altra, nè occorre volergli prescrivere quella, che risulta dalla altezza del punto arbitrario della diversione sopra il fondo dello sbocco, che si è preso anch' esso in distanza arbitraria; perchè ove un mero caso non portasse, che tal cadente fosse appunto quella, che richiede il fiume, ma fosse più ripida, egli se la abbasserebbe escavandola, onde sarebbe un inutil gettito di danaro fargli due spalle d' argini così alti, e talvolta sostenerlo col fondo in aria; ed ove fosse più dolce del suo bisogno, egli la alzerebbe, interrendola, e si potrebbe trovar ingannato chi facesse conto sopra tal cadente di scolar le campagne. Che se poi diranno, che anco per un piede, o due di più d' altezza si dovrebbe tenere lo stesso metodo, sarà facile colla stessa ragione condurli a confessare, che il metodo sarebbe buono anche per dieci, per venti, e per cento piedi di più, che vi fossero, e in brieve ad accordare, che un letto di terra, quantunque ripido, e chino si voglia, non potrebbe esser roso, nè abbassato dalla forza d' un fiume, che vi scorresse sopra; assurdo anche peggiore del primo, e contrario alle perpetue, e ma-

 feste

nifeste fperienze. E perciò dovrassi conchiudere, che il punto del fondo del fiume alla diverfione non è punto fiffo, ma alterabile, nè può dar regola alcuna per la cadente (quando questa fi voglia tal quale la natura la darebbe a quel fiume, cioè ftabilita, e inalterabile), laddove il punto dello sbocco, e la pendenza fono due dati certi, e inalterabili, e con effi fi può, e fi dee guidar il nuovo letto del fiume fino a piè del vecchio con ficurezza, che un tal letto più non fi alteri, e con ciò giudicar dal profilo, fe il fiume poffa aver caduta nel detto letto, e di quanto fi debba alzare, o abbaffare nelle parti fuperiori, per ifpianarfi anche al di fopra un alveo continuato col nuovo fino al detto sbocco.

## ANNOTAZIONE VII.

(Allo fteffo §. *Nel primo cafo num. 9.*)

*Occorrendo di munire con argini la nuova inalveazione, fi determini l'altezza di effi da una linea tirata dalla parte inferiore all'insù, che dee cominciarfi poco fopra il pelo più alto del recipiente, e mantenerfi fempre fuperiore all'altezza, che può aver il fiume nelle fue piene.*

E' da avvertire, che nel determinare l'altezza maffima del pelo del recipiente, ove questo fia un fiume, fi dee metter in conto anche quel di più, che egli può alzarfi per l'unione dell'influente, oltre i fegni, a' quali fi alza prima di tal unione: ciò, dico, è neceffario a confiderarfi almeno per afficurarfi di contenere le prime piene de' due fiumi, che s'incontraffero ad un medefimo tempo, comechè nel profeguimento fia per fuccedere, che il pelo del recipiente in luogo d'alzarfi, maggiormente fi abbaffi a cagione dell'abbaffamento del fuo fondo, ficcome fi è moftrato nel Capo IX., e fpecialmente nell'Annotazione XI.

Se poi il termine del nuovo alveo foffe il mare, allora fi potrà regolar la cadente de' fuoi argini tanto vicino allo sbocco, quanto nelle parti fuperiori, coll'efempio di quelle, che ha il medefimo fiume preffo il mare, cafo che sbocchi in effo anche avanti la diverfione, o con quello di altri fimili fiumi della fteffa fpiaggia, che parimente vi sbocchino; e con ciò fi potrà aver certezza di non errare nè col tenerli inferiori al livello della maffima altezza del mare, che dà regola ad effi preffo lo sbocco, nè col mancare di debitamente inclinarli, per imitare la cadente della piena alquanto più fopra lo sbocco; la qual cadente fuol effere ivi più inclinata di quella del fondo del fiume, e di quella dell'acqua baffa; e tanto più fi farà ficuro di fecondar con ciò la fuperficie alta del fiume, quanto più efattamente fi imiteranno le degradazioni delle larghezze degli altri fiumi fimili nel loro accoftarfi al mare.

## ANNOTAZIONE VIII.

(Al §. *Se fi darà il cafo*)

*Essendo l'unione di più acque correnti cagione di maggior profondità negli alvei, e di maggior baffezza nelle maffime piene, ed in oltre rendendofi con ciò minore la neceffità della caduta dell'alveo ec.*

Siccome questo difcorfo non fi applica, che a quel cafo, in cui le acque correnti de' fiumi infieme fi unifcano nelle loro piene, così non fi dee indifferentemente adattare ad ogni influente, che debba entrare nel nuovo alveo, ma folo a quelli, che ordinariamente abbiano le loro piene contemporanee a quelle del fiume, che fi tratta di divertire; e quando altrimente foffe, non fi potrebbero afpettare da tal unione i vantaggi, che qui fi confiderano; anzi ove il fiume influente da fe folo richiedeffe maggior pendenza di quella del folo recipiente, converrebbe, che fi alzaffe il fondo dell'alveo comune, quando le piene dell'influente vi entraffero fenza le acque dell'altro.

## ANNOTAZIONE IX.

(Al medefimo §. *Se fi darà cafo*)

*Solo refta in questo cafo incerta la larghezza dell'alveo.*

Tale incertezza farebbe anco maggiore, ove le piene dell'influente non foffero contemporanee a quelle del fiume, che lo riceverebbe, mentre allora fe l'alveo comune

mune della confluenza in giù si sapesse anco assegnare quella giusta larghezza, che richiederebbero le loro piene unite, tal larghezza riuscirebbe soverchia nel caso più ordinario, in cui le piene venissero separate, e ne seguirebbe ristrignimento del detto alveo comune, il qual ristrignimento nell'altro caso possibile, che le dette piene s'incontrassero ad un tempo stesso, potrebbe poscia portar seco pericolo di trabocchi; nè mai si potrebbe il detto alveo comune ridurre a perfetto stabilimento.

## ANNOTAZIONE X.

( Al §. *Quando i fiumi* )

*SE il fiume principale potrebbe portarvisi da se medesimo, maggiormente potrà farlo unito che sia con altri.*

Anche questo discorso suppone, che le escrescenze de' fiumi siano almeno per l'ordinario contemporanee; e perciò si applica a que' soli fiumi, ne' quali concorre tal circostanza, e qui di nuovo hanno luogo le riflessioni fatte nelle due Note antecedenti.



# SCRITTURE
DI
# DOMENICO GUGLIELMINI
INTORNO L'AFFARE DEL RENO.

# RELAZIONE

## DI

# DOMENICO GUGLIELMINI

## *De' danni, che oltre quelli, che di presente patisce il Territorio di Bologna, maggiormente patirà, quando dagl' Eminentissimi Cardinali sopraintendenti all'acque non sia trovato rimedio all' acque particolarmente del Reno.*



I Danni, che patisce il Territorio di Bologna dal corso sregolato de' fiumi, ocularmente si manifestano, come apparisce dalla visita sin ora fatta. Quelli, che o si faranno maggiori, o nuovamente emergeranno, appariscono dall' osservazione d' alcune regole, che inviolabilmente osservano tutti i fiumi nel portare che fanno le loro acque al mare, particolarmente quando son torbide.

La prima di queste regole si è di formare dal sito, dove lasciano la ghiaja, ed arena grossa, una linea retta fino al suo sbocco, la quale ne' fiumi stabili, e rassettati di corso, perfettissima si osserva nella superficie dell' acqua corrente, benchè qualche poco diversifichi nel fondo dell' alveo, a cagione de' gorghi, e dossi, che per cause accidentarie vi si formano, siccome anco dall' augumento di acque tributarie viene qualche poco alterata la rettitudine della linea asserita, supplendo in vece della pendenza la maggior altezza del corpo dell' acqua, che ne risulta.

La seconda è, che per portare la torbida al mare hanno di bisogno i fiumi temporanei di una certa pendenza, ed altezza di corpo d' acqua, senza l' una, e l' altra delle quali la depongono per istrada fino a formarsi quella caduta, che hanno di bisogno per scorrere senza intoppi; e questa linea si chiama linea cadente del fiume.

La caduta necessaria a portar via le torbide si calcola da' Periti ne' torrenti della natura dei nostri essere once 15. per miglio.

La terza regola è, che portandosi simili torbide per valli, o lagune, vanno a poco a poco colle deposizioni laterali formandosi le sponde, ed alzandole maggiormente, quanto più durano a correre senza riparo artificiale, e nel formarsi la sponda medesima vanno prolungando la loro linea, e per conseguenza si rendono bisognosi di maggior caduta per arrivare al suo termine; e da ciò ne nasce l'interrimento degli alvei de' torrenti, come apparisce dalle misure, ed osservazioni fatte nella visita circa li fiumi Lamone, e Santerno, e si farà costare di quelli di Reno, Savena, e Idice.

Correndo dunque il Reno dentro le valli di Marara, ha di già prolungata la linea da 14. miglia in circa, che vuol dire accresciuta d'un terzo per lo meno la lunghezza della propria cadente; ed essendo prolungata nelle valli di Marara, il di cui pelo d'acqua era orizzontale, certa cosa è, che a ragione del prolungamento, viene anco ad essere accresciuta la necessaria caduta, che il fiume s'è acquistata da se colle deposizioni, ed alzamento del proprio letto; conseguentemente è stato necessario alzar gli argini molti piedi, ed assoggettarsi con ciò a maggiori pericoli di rotte, non solo per l'elevazione degli argini, ma anco per l'alzamento del fondo; dal che anche ne derivano le sorgive copiose, che patiscono li terreni laterali.

La caduta delle valli di Marara al mare è stata calcolata dall'Aleotti piedi 15. once 7. m. 7., alle quali aggiungendo piedi 2. per l'alzamento dell'acqua delle valli di Marara seguìto dall'ora in quà, somma piedi 17. 7. 7. Diciamo per abbondare piedi 25., e consideriamo se questa caduta corrisponde alla distanza, che v'è dallo sbocco presente di Reno alla Lama delle Bilacque fino al mare. Questa non è per certo minore di miglia 40., alle quali volendo attribuire le once 15. di pendenza per miglio, per fare, che possano correre le torbide al mare senza deposizione, sarebbe la caduta necessaria piedi 50.; adunque sarebbe difettosa la caduta presente di piedi 25., la quale dovrebbe ripararsi con altrettanto rialzamento di fondo nel Reno medesimo in detto sito.

Non molto minore dovrebbe essere l'alzamento incontro a Ferrara, e proporzionalmente si estenderebbe all'insù fino ad acquistare le once 15. di pendenza per miglio.

Se

Se le dette once 15. pareſſero ſuperiori al biſogno, benchè ciò ſia contro il ſentimento de' migliori Periti dell' acque, ſupponiamo anche per abbondare, che ſiano neceſſarie ſolo once 10., troveremo neceſſaria la caduta pel Reno dalle Bilacque al mare piedi 33. once 4. maggiore di quella, che vi ſi ſuppone di piedi 8. once 3.

Dal che appariſce quanto dovrebbe alzarſi il fondo di Reno dovendo andare al mare, ſenza obbedire alla cadente d'un altro fiume maggiore di ſe, che gli ſerviſſe di veicolo per portare le ſue torbide ad un termine conveniente.

E dato anche, che la poca caduta delle valli al mare foſſe tale, che baſtaſſe al biſogno predetto; il che è manifeſtamente contro la verità, eſperienza, e ſentimento de' medeſimi Signori Ferrareſi, certa coſa è, che il Reno o da ſe ſi farà le ſponde, o gli ſaranno formati gli argini dall' induſtria degli uomini; il che eſſendo, non potranno mai gli ſcoli del Bologneſe avervi eſito dentro, per eſſere il di lui fondo preſente ſuperiore al piano della campagna, ed unendoſi inſieme il Reno con Savena almeno alle Cacuppate; e con maggior certezza più in ſu reſteranno rinchiuſe l'acque tutte, che ſcorrono per le campagne ſituate fra' detti due fiumi, che perciò dovranno o reſtare ſtagnanti fino che il Sole l'eſtate le beva, o pure alzarſi tanto di corpo, che ſuperino gli argini, o ſponde o dell'uno, o dell' altro fiume per entrarvi dentro, ſe non in tutto, almeno in parte.

Da queſto ſtato di coſe, che neceſſariamente dovrà ſuccedere, può ognuno immaginarſi le deſolazioni, che accaderanno alle tre Provincie, cioè riſpetto a quella di Bologna di ſpaventoſiſſime inondazioni, che aſſorbiranno la maggiore, e miglior parte del ſuo territorio, l'infettazione dell' aria, che ſi renderà peſtifera agli abitanti, la perdita della navigazione, che porterà ſeco la deſolazione della Città medeſima per la perdita del negozio, per la careſtia de' grani, ed altri frutti della terra neceſſarj pel mantenimento degli abitatori, come anche delle ſete, e canape, ſul lavoro delle quali ſi ſoſtenta la maggior parte del Popolo, e per la mancanza degli abitatori, che anderanno a cercare paeſi più ſalubri, e più fertili.

Rispetto a Ferrara, quali danni non può ella aspettare dall'avere in faccia a se medesima un torrente furibondo, e vederlo camminare sollevato dal piano di terra 20., o 25. piedi, quando di presente paventa cotanto, avendolo nella bassezza, nella quale di presente si trova? Certamente succedendo rotte, che saranno irreparabili tanto dall' una, che dall' altra parte, come vorrà ella resistere all' impeto d' un fiume, che scorrerà verso di essa da tanta altezza? La perdita della navigazione, e commercio con Bologna, che vale a dire con tutta la Toscana, e Porto di Livorno, la renderà esausta di denaro, e la Camera Apostolica resterà priva dell' entrata delle Gabelle, che copiosa ne ritrae. S'aggiunge la difficoltà, o, per dir meglio, impossibilità di chiudere una rotta, che seguisse, non potendosi fare con terra sola, che non resiste, nè con legnami, che non potranno mai trovarsi di lunghezza sufficiente al bisogno; e quando una di queste succedesse, specialmente dalla parte di Ferrara, non sarebbe altro che una mutazione d' alveo, e una desolazione intera d' una campagna, che sta tutta orizzontale.

Rispetto poi alla Romagna, dovendosi necessariamente alzare per la suddetta ragione il fondo presente del Po di Primaro, si renderebbe questi incapace di ricevere per la sua altezza tutti gli altri fiumi, che di presente vi sgorgano, come anco tutti gli scoli delle campagne adjacenti; e benchè non tanto grandi quanto quelle de' Bolognesi, nondimeno anche in questa parte considerabilissime sarebbero le inondazioni, e dalla parte opposta del Polesine di S. Giorgio, e valli di Comacchio non sarebbero minori li pericoli delle rotture degli argini, e li danni delle sorgive, che per la maggior elevazione del fondo del Po succederebbero, col totale esterminio della terra d' Argenta, e delle valli di Comacchio.

Molte altre ragioni potrebbero addursi in prova di questi, ed altri danni, che pur troppo si aspettano dal trattenersi il Reno imprigionato nelle valli, e senza quella direzione, che gli è stata destinata dalla natura; ma dipendendo questi dall' accennate fondamentali premesse, sarà facile a chi si sia di arguirle da se medesimo.

SCRIT-

# SCRITTURA

## DI DOMENICO GUGLIELMINI

*Mandata ai Signori Assunti d' acque di Bologna l' anno 1692., che contiene le quattro linee da loro proposte per divertire il Reno nel Po grande.*

ESsendo che tutti li danni a destra del Po di Primaro dipendono dallo sregolato corso de' Fiumi delle Provincie di Bologna, e Romagna da Reno sino al Lamone inclusivamente, e sul medesimo anche ha fondamento il timore de' Signori Ferraresi per la Città, e Fortezza di Ferrara, Polesine di S. Giorgio, e valle di Comacchio, ne viene in conseguenza, che tutto il rimedio dee consistere in dar regola, buona direzione, ed esito a' fiumi predetti, col dovuto riguardo a' mezzi, per li quali si dee fare tal regolamento, ed alla felicità, e sussistenza degli stessi.

Ma perchè la maggior parte de' danni dipende dal solo Reno, essendo questo maggiore di corpo d' acqua, e superiore di sito agli altri, ed in maggiore distanza dal mare, essendo perciò necessario, che i di lui pessimi effetti si manifestino per tutto il tratto del suo corso fino allo sbocco, come resta liquidato nella visita, per ciò

Gran parte del rimedio dipende dal dare esito felice al Reno, e questo non si può avere in altra maniera, che coll' unire le di lui acque col Po di Lombardia per li seguenti motivi.

Primo, perchè ciò seguendo, se gli darà un fine stabile, e per conseguenza non alzerà il proprio fondo, come fa di presente, e come generalmente fanno tutti gli altri fiumi, che non avendo esito reale, prolungano di tempo in tempo la sua linea.

Secondo, perchè ha maggiore la caduta in questa parte, che in verun' altra, atteso che avendo il pelo del Po basso poca, e quasi nessuna pendenza per portarsi al mare, viene ad avere il Reno in una breve linea poco meno che tutta quella caduta, che per una lunghissima ha di presente,

ſente, e può avere, incamminandolo per qualſiſia altra a dirittura al mare; che però introdotto che foſſe il Reno nel Po, non ſolo non alzerà di più il proprio fondo, ma in oltre ſi profonderà conſiderabilmente, fino ad inalvearſi, almeno in parte, ſotto il piano delle campagne, e renderà minore il pericolo delle rotte, e più tollerabile la ſpeſa in mantenere gli argini, levando intieramente la neceſſità di doverli mai più rialzare.

Terzo, divertito il Reno dalle valli nel Po, ſi laſcieranno in libertà tutti gli ſcoli, e non s'avranno più l'inondazioni ſopra i terreni buoni, che formano il circondario della valle di Marara.

Quarto, reſterebbe ſollevata la valle di Marmorta, e l'altre inferiori dal danno, che loro cagionano le Paveſane; e per conſeguenza il reſto de' ſcoli del Bologneſe, Romagnola, e Romagna acquiſterebbero più felice lo sfogo in eſſe valli, gran parte delle quali facendo le eſcavazioni opportune per condurre le acque regolate nel Po di Primaro, reſterebbero bonificate, e capaci d'ogni miglior cultura.

Quinto, la navigazione da Bologna a Ferrara ſi rimetterebbe in iſtato migliore, che ſia mai ſtata, potendoſi eſſa continuare a dirittura ſenza l'incomodo de' traghetti fino a Ferrara, anzi fino a Po grande, ed al mare, come più abbaſſo ſi dirà.

Seſto, la ſpeſa per fare l'inalveazione del Reno nel Po è di gran lunga minore dell'utile, che ne riſulterà alle tre Provincie, e facile da eſigerſi dai Popoli ſenza doglianze.

Settimo finalmente, s'invita la natura, che ha per regola di unire li fiumi minori, e temporanei, particolarmente ſe ſono lontani dal mare, con li più grandi, reali, e perenni, guadagnando così quella felicità di corſo, che non potrebbono avere, andando ognuno di eſſi a sboccare da ſe ſolo nel mare.

L'inalveazione del Reno nel Po di Lombardia ſi può fare per diverſe linee conſiderate, ed eſaminate ne' tempi addietro.

Quattro delle quali però pajono le più perfette per diverſi capi, che ſi diranno.

A La prima è quella di Monſignor Corſini, che va da Vigarano per l'alveo vecchio di Reno a Po rotto, e quindi o per una ſola linea retta, o per due, ſecondo che pareſſe più a propoſito, va a terminare a Lago ſcuro.

Queſta

Questa in tutta la sua lunghezza non è più che 8. miglia, poco più di 5. da Po rotto a Lago scuro, ed ha di caduta dal fondo di Reno corrente al pelo basso del Po piedi 22. 4. 4., come costa dalle livellazioni ultime. Passa per terreni in gran parte di poco buona qualità, piglia l'acque del Reno perfettissimamente, e le porta a sboccare nel Po a seconda del corso. Traversa però li condotti Brunello, e Cittadino, Canal Bianco, e Fossa Lavezuola, i quali potrebbero recapitarsi mediante una Chiavica nel Po al Lago scuro, dove hanno sufficiente caduta, oppure farli passare con botti sotterranee al Reno, e lasciarli correre come adesso per il Polesine di Ferrara; e l'istesso si dovrà dire del Canalino di Cento. S'accosta ancora alla Città di Ferrara, ma non tanto da metterla in pericolo per la rettitudine della linea; al quale però, quando vi fosse, si contrapporrebbe il vantaggio, che gli argini di Reno formerebbero una difesa insuperabile contro le rotte di Panaro, e del Po grande dalla Stellata fino a Lago scuro, ed in oltre potrebbero le barche grosse di Po grande avvicinarsi molto più alla Città di Ferrara, e così restituire a questa la tanto sospirata naviga- B
zione.

La seconda linea è quella altre volte risoluta ne' Brevi de' Sommi Pon- C
tefici Gregorio XV., ed Urbano VIII., detta del Sig. Cardinale Capponi, e detta di Monsignor Corsini.

Parte quest a dalla Botta de' Signori Ghislieri a Mirabello, portandosi per linea retta al Bondeno, e di qui a Gambarone, levando con nuovo taglio alcune rivolte di Panaro, in maniera che dal Bondeno fino alla Stellata camminassero questi due fiumi uniti al Po grande. La sua lunghezza dalla Botta predetta alla Stellata è di miglia 10.; ma quella del taglio, che si dovrebbe fare, solo di miglia sette, e la di cui caduta dal fondo di Reno alla soglia della Chiavica Pilastrese, altre volte nella visita di Monsignor Corsini fu trovata di piedi *16. 8. 6.* Li vantaggi sono allontanare dalla Città di Ferrara il Reno, in maniera da levargli ogni picciolo sospetto; condurre il Reno a quel termine, che da se medesimo avrebbe trovato, se non fosse stato divertito nella S. Martina; essendo notorio, che prima di detta diversione il Reno correva all'insù ad unirsi con Panaro. Si escaverebbe maggiormente il suo fondo, sì per la maggior caduta, sì per l'unione assieme dell'acque de' due fiumi, che s'aprirebbero maggiore, e più profondo il suo sbocco nel Po.

La-

Lascia in tutti gli scoli del Polesine di Ferrara, e benchè traversi quelli della Schiavona di S. Bianca, di Burana, ed il canalino di Cento, quelli nulladimeno potrebbero voltarsi a Panaro in altro luogo, e questo ricevere in Reno, o in Panaro, o farlo passare per botte sotterranea il Reno.

La terza linea, che fu considerata al tempo della visita Borromea, co-
D mincia dalla detta Botta di Mirabello, e voltando precisamente a Settentrione, seguita per linea retta fino alla Chiesa di Salvatonica, nel qual luogo pigliando a destra, va a terminare mezzo miglio in circa sopra l'Osteria di Palantone.

La lunghezza di questa linea è di miglia 9., e secondo le misure, che stanno registrate in detta visita Borromea, ha di caduta sul pelo basso del Po piedi 23.; passa per terreni in gran parte incolti, e privi di scolo; non interseca condotto alcuno considerabile, ma il solo canalino di Cento, e qualche poco nelle parti superiori il condotto Cittadino. Questo però si potrebbe voltare in Po, sopra il pelo basso del quale ha piedi 4. di caduta,
E ed a quello si provvederebbe come s'è detto di sopra.

La quarta linea, che si crede forse soggetta a minori opposizioni, par-
F te dalla predetta Botta de' Signori Ghislieri a Mirabello, e come l'antecedente camminando a Settentrione fino al Po di Ferrara, piega per l'alveo di questo fino poco sotto il Bondeno, dove entra in Panaro all'intestatura, e quindi per un taglio dritto, da farsi al luogo dell'alveo corrente di Panaro, proseguisce sino di sotto all'ultime rivolte dello stesso, raddrizzando il corso dell'uno, e l'altro de' fiumi predetti fino alla Stellata, dove si potrebbe accomodare loro lo sbocco.

La lunghezza di questa linea dalla Botta de' Ghislieri fino al Po di Ferrara è di 4. miglia in circa, e meno di due sarebbe il taglio da farsi per levare le rivolte di Panaro, non occorrendo altro a perfezionarle, che fare qualche piccola escavazione al Po di Ferrara, rassettare gli argini del medesimo, ed allargare il Panaro ne' siti, dove fosse giudicato necessario; e tutta la lunghezza da punto a punto è l'istessa di quella del Sig. Cardinale Capponi, ma minore nell'andamento per causa de' taglj, che si propongono da Bondeno in giù, e la caduta è maggiore molto de' piedi 16. 8. 6. per l'alzamento fatto maggiore del fondo di Reno, e per la maggiore brevità della linea.

Li

I vantaggi di questa linea sono, che dalla Botta de' Ghislieri fino al Po di Ferrara cammina per terreni di poco buona qualità; non attraversa alcun condotto di momento, e le campagne tutte a sinistra della medesima possono comodamente tramandare le sue acque alla Chiavica di S. Bianca, restando il solo canalino di Cento intersecato, al quale si potrebbe provvedere come sopra; cammina per qualche tratto nell'alveo antico del Po, dove l'escavazione, e gli argini sono quasi interamente fatti; non tocca gli scoli pel Polesine di Ferrara; leva le tortuosità a Panaro, tenendosi nel sito intermedio degli argini, che però viene a levare alla Città di Ferrara li pericoli delle rotte di Panaro, e verrebbe anche ad esser sollevata in gran parte da quelle del Reno; posciachè di quelle, che succedessero alla parte sinistra, non avrebbe di che temere, e quelle a destra non manderebbero acqua verso la Città, se non succedendo dalla Botta de' Ghislieri sino al Po di Ferrara, breve tratto, e minore di 4. miglia, e quelle, che succedessero nella parte superiore di essa Botta, sfogherebbero tutte dalla parte del Bolognese; e finalmente si lascia il comodo di fare dalle Dozze a Gambarone il taglio divisato dal Sig. Cardinale Capponi.

Questa linea, come anco l'antecedente non piglia il filo dell'acqua perfettissimamente; ma non però è tanto male da poterne temere danno veruno. Si potrebbe nulladimeno perfezionare, pigliando l'acqua alla Botta di S. Carlo, detta di Lucagna, a dirittura del filone dell'acqua, e portarla sul fine ad unirsi dolcemente alla linea predetta poco di sotto dal suo principio; nel qual caso basterebbe far l'argine a Ponente, potendo servire per l'altro a destra quello, che ora serve alla sponda sinistra di Reno.

Quanto alla navigazione, divertito che fosse il Reno nel Po, potrebbe questa aggiustarsi in perpetuo, e con poca spesa, escavando il canal vecchio delle Paradore, che va da Malalbergo al Ponte della Braglia, ed introducendovi dentro il Canale naviglio di Bologna, che da detto sito correrebbe per l'odierna navigazione fino alla volta de' dossi, e di qui si potrebbe per cavo manufatto condurre fino all'aveo di Reno nell'angolo del confine, e per questo intestato nella parte inferiore fino a S. Martino, da dove con nuovo cavo fino alla Torre della fossa s'introdurrebbe nel Po di Primaro, pel quale s'arriverebbe alla punta di S. Giorgio, sfogando l'acqua o per il Po di Volano a beneficio della navigazione di esso, oppure pel ca-

vo del Barco nel Po grande, dove con un sostegno si potrebbe far entrare questa navigazione nel Po medesimo, e con ciò verrebbesi ad avere una navigazione libera, e sicura da Bologna fino al mare, la quale si potrebbe accrescere d'acqua col condurvi a sboccar dentro in diversi siti tutti gli scoli, ed acque vive, che ora appartengono alla valle del Poggio, e forse G anche la Lorgana. Tutto ciò, che sta anche espresso negli annessi disegni, suggerisce la Città di Bologna in venerazione dei riveriti comandi dell'EE. VV., pronta però sempre ad aderire a quanto siano per risolvere, con sicurezza che elleno non sapranno che appigliarsi a quei partiti, che porteranno seco il maggior vantaggio di tutti questi popoli, che oppressi da tante miserie per cagione dell'acque, stanno pregando il Cielo, che dal purgatissimo giudizio, ed autorità dell'EE. VV. venga loro apportato il tanto sospirato sollievo.

# SCRITTURA

## *De' Signori Bolognesi in risposta alla proposizione de' Signori Ferraresi di condurre Reno, e gli altri fiumi al mare, al Savio per alveo nuovo, parallelo alla via Emilia.*

EMINENTISSIMI, E REVERENDISSIMI SIGNORI.

SI è veduta, e considerata la pianta ultimamente comunicataci, nella quale sta delineata la linea altre volte meditata sotto nome di diversione a colle, e monte, ed ora abbracciata, e proposta da esaminarsi per l'inalveazione de' fiumi del Bolognese, e Romagna fino al Savio, e s'è riconosciuto, che questa comincia due miglia sotto Bologna, incamminandosi verso Sirocco parallela alla via Flaminia fino allo sbocco della Salustra nel Sillaro, dove piegando insensibilmente verso Levante, arriva alla strada, che va da Faenza a Bagnacavallo, e quindi con nuovo angolo pure a Levante proseguisce fino quasi in dirittura di Forlì, e poi replicatamente inclinando sempre più verso Levante, e Greco, si introduce nel fiume Savio, non molto sopra il passo della marina, per l'alveo del quale seguitando in

qual-

qualche lunghezza, si piega a sboccare nel mare precisamente a Levante.

Commendabile al certo è l'animo grande de' proponenti non capaci d'atterrirsi da operazione sì vasta, che pure potrebbe spaventare i Principi di Stato più che mediocri; ma forse si figurano così grande l'utile, e il benefizio, che stimano bene impiegata ogni spesa per ottenerlo, e così certa la riuscita, che non abbia da dubitarsi di gettare inutilmente il denaro.

Se l'Emze Vostre non avessero assolutamente comandato ai Bolognesi d'esporre sopra detta linea le loro riflessioni, ne avrebbero per ogni dovuto rispetto lasciato il giudizio interamente all'Emze Vostre, con certezza che la loro impareggiabile perspicacità non avrebbe permesso, che s'ingannassero in crederla operazione non fattibile, e non riuscibile con la felicità, che si presume; ma comecchè essi al pari d'ogni altro sono, e devono esser sempre rassegnatissimi nella volontà dell'Emze Vostre medesime, espongono a titolo di semplice, e cieca ubbidienza le seguenti riflessioni, che pajon loro necessarie da farsi in tal congiuntura.

§. 1. Quando si tratta di fare una di quelle operazioni, che per altro sogliono essere effetti della natura, il migliore fra tutti li consiglj si è il procurar d'imitarla, osservando le di lei inclinazioni, e le regole, che essa medesima si prefigge nell'operare. Nel nostro caso se si riflette alle direzioni, che hanno li fiumi della Lombardia, e Romagna dentro le valli, che formano fra le cortine de' monti, e parimente alle strade, che i fiumi da se medesimi si sono elette, scorrendo per la pianura, si vedrà, che queste tutte vanno da Mezzodì a Settentrione, segno manifesto, che l'inclinazione, e sentimento della natura è di mandarli a sboccare ad un termine, che loro sta a Settentrione, non a Levante, cioè al Po grande, non al mare; e realmente l'acque dalla creazione del Mondo fino al principio del secolo presente si son sempre scaricate nell'Adriatico unite a quelle del Po, e seguirebbero anche adesso a far lo stesso, se l'abbandono del Ramo di Primaro non avesse loro preclusa la strada, anzi le operazioni fatte dagli uomini; essendo certissimo, che il Santerno, quando sboccava alla Rossetta, trovando nelle sue piene il Pò basso, scorreva con tutti gli altri fiumi del Bolognese alla Stellata pel Po di Ferrara. Dal che apparisce, che il dire di voltare i fiumi predetti a Levante, è un aperto ripugnare al consi-

glio della natura, che ha per regola di mandare i torrenti, particolarmente lontani dal mare, ne' fiumi reali, e perenni, e dentro de' quali trovano esito più felice, e caduta maggiore; ed il tentare d' eseguirlo per conseguenza sarebbe niente altro, che una violenza non manutenibile con continuo dispendio, e pericolo. Se i nostri fiumi potessero scorrere più felicemente a Levante, che a Settentrione, bisognerebbe dire, o che il Sommo Creatore non fece l' ottimo, quando segnò le strade a' fiumi della Romagna, e del Bolognese, o pure che fra le cause seconde, più valevoli siano state le meno efficaci; l' una, e l' altra delle quali Proposizioni è ugualmente erronea, e piena di contraddizioni.

In prova di ciò riflettasi, che il Lamone s' introdusse da se medesimo nel Po di Primaro a S. Alberto, benchè per più breve linea avesse potuto andare senza mistura d' altre acque da se solo al mare. I Periti nel principio di questo secolo stimarono tal successo essere un errore di natura, e pretesero di correggerlo col divertirlo dal Po, ed incamminarlo al mare per l' alveo, che ha di presente, e ne seguì, che quasi subito divertito, per salvare la Città di Ravenna bisognò tagliarlo due volte addosso *alla* Romagnola; e perchè ostinatamente si volle mantenere in tale stato, n' è seguito, che in vece di correre tutto fra terra, come prima faceva, ora ha bisogno d' argini altissimi, ed il suo fondo resta sollevato sopra il piano delle campagne di molti piedi, oltre l' avere intersecato, ed impedito gran parte degli scoli del Ravegnano, e Faentino. Se questo solo esempio non bastasse, si rivolti il pensiero a Panaro, ed osservisi, che adesso che corre nel Po alla Stellata, mantiene escavato il suo fondo, atto a ricevere gli scoli delle campagne adjacenti. Quando si tentò di voltarlo al mare pel Po di Ferrara, e Volano, ne' pochi mesi, che v' ebbe il corso, alzò il proprio fondo 5. piedi, interrì il condotto di S. Bianca, e fu necessitata la Città di Ferrara, per esimersi dal pericolo di restare sommersa, a spingere le di lui acque nelle valli di Marara, e Sanmartina, fatte allora miserabile ricettacolo di tutte l' acque sregolate.

*Visita Corsini a dì 20. Marzo 1623.*

§. 2. In seguito di questa massima sarà bene considerare la situazione del paese, per lo quale si pensa fare tal diversione. Egli è certissimo, che siccome tutte le pianure di questi contorni sono state fatte dalle alluvioni de' fiumi, così hanno avuto esito le acque, e perciò maggiormente

pende la campagna a Settentrione, che a Levante, ed è più alta vicino alle sponde de' fiumi, che nelle parti intermedie, destinate perciò a ricevere condotti manufatti per iscolo de' terreni. Pende bensì la campagna da Bologna a dirittura verso il mare, perchè l'acque de' fiumi più a Levante, come più vicine al suo termine, e con sfogo più facile non potevano tanto elevarsi, quanto quelle a Ponente; ma però non degrada regolatamente, e senza ondeggiamenti ben grandi.

Quindi la pianura del Bolognese, e della Romagna nelle parti anche superiori non può essere adattata a tenere incassati li fiumi, indrizzati che fossero verso Levante, perchè a tale effetto sarebbe stato necessario, che le alluvioni si fossero fatte con esitare l'acque a dirittura al mare, e non al Po; perchè in tal maniera avrebbero cagionato alzamento maggiore e in se medesimo, e negl' interrimenti, e fatto un degradamento regolato al mare; le quali cose mancando, bisognerà per lo meno servirsi d'argini più alti, e più bassi secondo la diversa costituzione della campagna; il che è contro la massima fondamentale di questa Proposizione. Si prevede benissimo la risposta, che questo punto dipenda da un' esatta livellazione de' mezzi; ma egli è altrettanto vero, che il nostro discorso non può essere alterato che dalle rotte seguite ne' fiumi, le quali abbiano elevata la campagna più in un luogo, che in un altro, e in qualche sito obliterate le inegualità della medesima; ma queste nelle parti superiori poi anche non succedono che di rado, e non possono portare mutazione considerabile; oltre che ne abbiamo esperienze, e prove sufficienti.

§. 3. Più strettamente però si può calcolare, almeno in corpo, la caduta, che ha Reno dal punto della sua diversione, che dal disegno si congettura poco sotto il passo di S. Vitale fino al mare. La caduta del ciglio superiore della Chiesa di Casalecchio fino al pelo basso del mare misurata, calcolata, e considerata in questa visita, è di piedi 158. once 2. e minuti 6. Quella del predetto ciglio fino al pelo inferiore del sostegno del Grassi, poco sotto del quale passa la linea, è di piedi 88. 1. 7.; onde detratta questa da quella, resta di caduta dal pelo inferiore di detto sostegno al mare piedi 70. once 0. minuti 11.; e supponendosi detto pelo orizzontale al fondo di Reno verso il passo di S. Vitale ( che certo non vi può correre gran divario, ed in ogni caso è facile di farne la misura ) altrettan-

trettanta sarà la caduta del Reno dal punto della sua diversione al mare, che divisa in miglia 55., lunghezza per lo meno della linea proposta, dà di caduta alla nuova inalveazione piedi 1. once 2. minuti 3. $\frac{26}{55}$ per miglio. Considerisi ora se questa caduta è sufficiente a spingere la ghiaja, e il sasso, che si troverà in quasi tutti li fiumi intersecati dalla nuova linea; ciò
*a dì 11., e 13 Aprile, e 4. Maggi 1693.* rispetto a Reno, Idice, Quaderna, Sillaro è certo dalla visita; degli altri l'esperienza lo liquiderà. Li fiumi, che corrono in ghiaja, hanno bisogno di dieci, o dodici piedi di caduta per miglio regolate nel più, e nel meno dal corpo dell'acqua propria, e dal peso, e condizione della materia, che portano. Si prenda vicino l'esempio da Reno, il quale dalla chiusa fino al passo di S. Vitale ha piedi 62. 10. 10. di caduta nel fondo in lunghezza di sole sei in sette miglia, che è circa sopra nove piedi di caduta per ciascun miglio. Si tralasci anche questo rigore, ed a riguardo della mutazione delle cadenti supponiamo, che bastino cinque piedi, ed essendo che tra Reno, ed il Sillaro v'è distanza di miglia 17., la caduta necessaria sarebbe di piedi 85., e noi non possiamo far capitale di più che di piedi 70. once 0. minuti 11., tralasciando di considerare quel di più, che è necessario di caduta dal Sillaro fino allo sbocco del Savio. Potrà dunque credersi, che la caduta di poche once detta di sopra sia per aver forza di spignere le acque al mare senza permettere, che si facciano nel fondo dell'inalveazione deposizioni enormissime?

*Tav 19. Fig. 1.* §. 4. Fingasi fatto tutto il cavo dell'inalveazione proposta da Bologna in A allo sbocco del Savio in B, e sia la linea A B la cadente del fondo disposta in una linea retta, ovvero in più, che formino una specie di curvità, come A, C, D, E, F, B, secondo la natura de' fiumi, che camminano uniti; e suppongasi, che in C entr[illegible] D l'Idice, in E la Quaderna, in F il Sillaro, e dicasi, se eg[illegible]ile, che Savena v. gr. porti giusto nel punto C il termine della sua cadente intersecata, e non più alto, nè più basso, come in G, o H? E supposto che sì, consideriamone tutti tre li casi; e prima poniamo, che si trovi più alta in G: dovrà dunque scavarsi fino in C, per uguagliare il suo fondo con quello dell'alveo nuovo, e così acquisterà maggiore la caduta nelle parti superiori, la quale se al presente è tale, che può spingere all'insù la ghiaja, molto più lo farà, resa che sia maggiore; e detta ghiaja introdotta nell'

alveo

alveo nuovo, non potrà ſmaltirſi in alcuna maniera per difetto di caduta; adunque vi ſi formerà, ed alzerà il fondo ſino a perderla interamente, e non portarne più, e tale alzamento influirà nell' elevazione del fondo del cavo tra C, ed A; e quando anche per altro foſſe per farſi in ſecondo luogo la cadente di Savena più baſſa dell' alveo nuovo come in H, certa coſa è, che il letto di eſſa dovrà riempirſi almeno ſino ad inalvearſi in C; ed eſſendo le ſponde della medeſima in oggi appena ſufficienti a contenere le proprie piene, ne verrà la neceſſità di averle ad arginare; ed ecco creſciuta una nuova ſpeſa, una ſoggezione, ed un pericolo, ed anche un danno a' terreni ſuperiori con infelicitar loro gli ſcoli. Ma ſupponiamo, che la cadente interſecata cada preciſamente nel punto C, e non più alta, nè più baſſa; nulladimeno potendo il fiume ſpingere la ghiaja anche più inferiormente, egli è chiaro, che egli la ſpingerà anco nel cavo nuovo, e non potendola mandare più avanti ſempre per difetto di caduta, dovrà elevarſi tanto da perderla, e da non portar più materia groſſa, ed allora ſolamente avrà ſtabilito il proprio fondo; nè v' è altro modo, che ſimile inalveazione poteſſe ſuſſiſtere, ſe non in caſo che tutti li fiumi ſi riceveſſero dentro di eſſa nel ſito, che di già aveſſe laſciata la ghiaja, e che le cadenti de' medeſimi non ſi aveſſero ſenſibilmente ad alterare per unirſi alla cadente del fiume maggiore.

Il diſcorſo fatto di Savena s' applichi a tutti gli altri fiumi, che ſi traverſano in ghiaja, e ſi vedrà quanto ſi moltiplicano gli ſconcerti, atteſo che l' eſcavazione cagionata dai fiumi inferiori influiſce ſempre nell' alzamento del fondo de' ſuperiori; e poi manifeſtamente ſi deduca, che il piano di Bologna, anche ſotto la medeſima Città, ſebbene è tanto alto, che può contenere li fiumi, che ſcolano verſo Settentrione, non è però di gran lunga ſufficiente a fare ſpalla naturale ai medeſimi per obbligarli a correre a Levante verſo il mare.

§. 5. Nè ſi dica di provvedere con argini, perchè prima queſti non potrebbero farſi di tanta altezza, che baſtaſſe; ſecondo, già è noto, che li fiumi, che corrono in ghiaja, non obbediſcono a ſimili ripari; e terzo, gli ſcoli de' terreni ſuperiori non potrebbero aver ricetto nel fiume, il fondo del quale per neceſſità ſi eleverebbe di molto ſopra il piano della campagna.

§. 6.

§. 6. Benchè il detto fin quì basti per mostrare l'impossibilità della pretesa inalveazione, più che l'incertezza dell'esito della medesima; nondimeno quand'anche la campagna tutta fosse tant'alta, che bastasse a tenere incassata per tutto, e perpetuamente l'acqua, l'eseguirla sarebbe un operare alla cieca per più capi.

Primo, perchè tale intrapresa non ha esempio, che possa dar norma. Secondo, non è stata trovata fin ora l'arte di proporzionare l'alveo in profondità, e la larghezza di più fiumi uniti insieme in sito, che portino il sasso, se non con andare allargando l'alveo, in modo che nel fine sia la di lui larghezza uguale a quelle di tutti gli altri insieme unite; il che sarebbe un consumo di denaro, e di tempo incredibile. Terzo, non basterebbe forse nè anche, perchè li torrenti vicino ai monti non vogliono limiti alle loro larghezze, scorrendo ora da una parte, ora da un'altra; e benchè molte volte abbiano ampiezza d'alveo sovrabbondante al bisogno, nulladimeno corrodono le ripe de' campi, e dentro quelli si trovano nuovo letto, incapace perciò d'alcuna rettitudine di linea, e sono obbedienti a quella direzione, che è loro data dal caso; e però si vede Reno, per esempio, al ponte della via Emilia avere sopra 80. pertiche di larghezza, laddove nelle parti inferiori, dove cammina rassettato di corso, 18. in 20. pertiche d'alveo gli bastano per scaricare le sue acque. Quarto finalmente, quanti accidenti impensati atti a difficultarne, disturbarne, ed impossibilitarne l'esecuzione possono succedere in una Proposizione non mai più discussa, ma solo semplicemente indicata, e quasi subito rigettata, e che per alcuni dei predetti, e per altri meno efficaci motivi fu canonizzata per moralmente impossibile dal medesimo Padre Spernazzati, che pure tanto pensò senza alcun riguardo agl'interessi, e soddisfazioni de' Bolognesi, per ben regolare l'acque a destra del Po di Primaro?

§. 7. Rispetto al punto della qualità della spesa, benchè questa non si possa accertare che dopo fatta un'esattissima livellazione; nondimeno si può congetturarne la grandezza, discorrendo sopra li quattro correnti capi, e sono: primo l'escavazione a detto: secondo la compra dei terreni, e fabbriche, che resterebbero dentro l'alveo; terzo gli edificj vecchj, che resterebbero inutili; e quarto quelli, che dovrebbero farsi di nuovo.

Quanto

Quanto all' escavazione, si lascia essa considerare di qual prezzo sia in lunghezza di miglia 55., ed in larghezza non si sa quanta. Supponendo, che il cavo da farsi dovesse essere di larghezza di pertiche 20., e profondo piedi 10., che di tal sezione ha di bisogno il solo Reno, la spesa ascenderebbe ad un milione, e 760. mila scudi, computando il conto dell' escavazione a giulj 4. il passetto, e non essendo assolutamente sufficienti le sole dette pertiche 20. di larghezza, per ogni pertica, che in questa s' accresca, s' aggiungono alla suddetta spesa 28. mila scudi, senza star quì a considerare, che la larghezza maggiore del cavo aggiunge proporzionalmente spesa maggiore nell' escavazione.

Li terreni, che si occuperebbero in larghezza di pertiche trenta, sono tornature 5729., che valutate ragguagliatamente a scudi 80. l'una, costerebbero 458. mila, e 320. scudi per ogni pertica; che se occupasse di più in larghezza, bisognerebbe accrescere la spesa per questo capo scudi 15. mila, e 277., e un terzo.

Questi due capi scorsi almeno per la metà, secondo le predette considerazioni, sommano due milioni, 218. mila, e 320. scudi.

La compra delle fabbriche, che resterebbero in tale alveo, non si computa, perchè non se ne sa per adesso nè il numero, nè la qualità. Si sa bene, che tutti li mulini del contado di Bologna, e Romagna, almeno quelli, che in buon numero sono di sotto, resterebbero inutili, e bisognerebbe reintegrarne o con l'entrata, o con il prezzo li possessori. Ma non potrebbe già supplirsi al danno de' popoli, che resterebbero privi del comodo tanto necessario di macinare li loro grani in vicinanza delle case loro; e quando si dicesse di derivare dal fiume maggiore canali, che portassero l' acque ai predetti mulini, vi bisognerebbe e chiuse, e chiaviche di spesa non prezzabile. Quanti ponti s' avrebbero a fare per mantenere il commercio de' Territorj con le proprie Città? Nel solo Bolognese si traverserebbero cinque strade maestre, cioè quella delle Lame, di Galiera, della Mascarella, di S. Donato, e di S. Vitale, che tutte si partono dalla Città, e vi vorrebbero altrettanti ponti: sotto l'istessa considerazione cade la via, che da Medicina va a Castel S. Pietro, e molte simili; e di quelle della Romagna potranno l' Eminenze Vostre ritrarne da' Signori Romagnoli il numero preciso.

L'intestatura, che sarebbe necessaria per voltare il corso del Reno nel cavo nuovo, oltre l'essere d'incertissima sussistenza, sarebbe anco d'una spesa da non credersi facilmente.

§. 8. Passando dal punto della spesa alla considerazione dell'utile, o del danno, che ne risulterebbe; egli è vero, che data tale inalveazione fatta, e sussistente, le valli resterebbero prive, e libere dall'acque de' fiumi, e capaci degli scoli delle campagne, e che perciò in gran parte si bonificherebbero; ma è ben anche vero, che calcolata la spesa necessaria di case, e di piantamenti, di escavazione, di condotti ec., per ridurre li terreni efficcati a perfetta coltura, ed unita a quella, che importerebbe l'inalveazione proposta, verrebbero li terreni a comprarsi a prezzo rigorosissimo, e molti, per non dire ognuno, eleggerebbero piuttosto di abbandonare il dominio de' proprj fondi, erogando il danaro, che dovessero spendere per la bonificazione, in compre di terreni sicuri, e fertili fuori di essa, che soggiacere alla certezza dello sborso, egualmente che all'incertezza della riuscita. Quattro milioni, che, a dir poco, sarebbero necessarj a perfezionare tale operazione, importano alla ragione di 4. per cento 160. mila scudi di frutto annuo; e questi d'onde s'avrebbero a ricavare?

§. 9. La navigazione da Bologna a Ferrara sarebbe interamente perduta, come intersecata sopra a Corticella, con danno inestimabile dell'una, e l'altra Città per le gabelle, e pel commercio, e pel passaggio de' forestieri; e quando si pensasse continuarla per un ponte canale sopra di Reno medesimo, come si vocifera, s'accrescerebbe all'altre spese anco questa, e quella degli edificj, ed escavazione necessaria per ripararla, che ascenderebbe a più centinaja di mila scudi; essendovi necessarj i sostegni nuovi, resi inutili li vecchj; oltre che è moralmente impossibile a fare, e più a mantenere un ponte canale atto a portare un'acqua tanto sregolata, come quella della navigazione di Bologna, comecchè è cresciuta da diversi torrenti fuori della Città, e dagli scoli di questa, e dal torrente Avvesa, che se gli unisce poco sotto il porto naviglio.

§. 10. Li mulini, ed altri edifizj, che lavorano con acqua, se sono sotto alla linea, come s'è detto di sopra, si renderanno inutili per mancanza della medesima, e quelli della Città, ed altri molti, che restano al di sotto, patiranno lo stesso infortunio per difetto di caduta.

§. 11.

§. 11. Il Territorio di Bologna da detta inalveazione resterebbe tagliato, e diviso per la sua larghezza, ed il simile sarebbe della Romagna; e se Monsig. Corsini fra le ragioni, che lo mossero ad unire il Reno a Panaro, asserisce, che la prima fu, perchè si veniva a condurre per li confini dello Stato Ecclesiastico, con gran ragione avrebbe egli anco per questo capo rigettata la proposizione, di cui si tratta, la quale s'interna nel cuore di due Provincie le più belle, e più fertili di tutte quelle, che rendono ubbidienza alla S. Sede. Anzi se li Signori Ferraresi hanno tanto a cuore li loro Polesini, che abborriscono di udire chi discorre d'introdurvi l'acqua di sorte alcuna, benchè in minima parte; con qual fondamento possono credere, che i Romagnoli, e Bolognesi abbiano ad aderire a questa loro proposizione, che per tanta lunghezza lor toglie il più prezioso, il più ameno, ed il più abbondante de' loro Territorj?

§. 12. Sebbene s'asserisce, che questa nuova inalveazione si farà quasi tutta fra terra; nondimeno dove la linea s'incurva confesserassi la necessità delle arginature, se non per altro, almeno per l'abbondanza dell'acque nelle piene unite di tanti fiumi; nel qual caso come avranno da scolare li terreni racchiusi v. gr. tra il Lamone, ed il Montone, tra questi, ed il Ronco, e tra il Ronco, ed il Savio? Se per via di chiaviche, ecco un nuovo capo di spesa; ma queste non gioveranno forse a causa della bassezza della campagna; e poi con qual fondamento di ragione obbligare li Faentini, Forlivesi, e Cesenati, che hanno li proprj paesi esenti dall'acqua, a tenere gli scoli imprigionati da chiaviche, quando nello stato presente li godono in un'intera libertà?

§. 13. Succedendo poi una rotta nell'argine sinistro di questo nuovo fiume, non sarebbe essa la desolazione di un tratto di paese fruttifero, che resterebbe pieno d'arena, ed in isterilità a quel segno, che si vede succedere per le rotte de' torrenti vicino alle montagne?

Le terre della Romagnola, e la Città di Ravenna che danni non ne sentiranno in caso tale, nel quale non avrebbono per nemico un solo fiume, ma tutti insieme, e l'acqua non correrebbe attraverso la campagna, come adesso, con poca, o niuna caduta, ma al lungo della pendenza medesima, che vuol dire con furia da non immaginarsi, e da non potervi resistere? Il Po di Primaro potrebbe in qualche caso esserne il ricettacolo, e forse non

 potreb-

potrebbe smaltire tutte queste acque, senza rovesciarne gran parte, o nel Polesine di S. Giorgio, o nelle valli di Comacchio; il che sarebbe tanto più facile, quanto che si sente mettere in capitale di trascurare l'arginatura.

§. 14. Ma questi, ed altri simili punti si lasciano considerare ai Signori Romagnoli, tanto superiori, che inferiori, siccome ancò alla Camera Apostolica pel danno, che ne risentirebbe di una rotta, che succedesse alla destra del Savio, caricato da tante acque, se essa andasse ad accostarsi alle saline di Cervia.

Noi, a' quali basta d'aver mostrata la nostra inalterabile prontezza in ubbidire ai comandi dell'Emze Vostre col portare loro sotto gli occhi li più rilevanti motivi, che ci fanno credere impossibile, dispendiosa, inutile, dannosa, e pericolosa la proposta de' Signori Ferraresi, speriamo nell'istesso tempo d'aver fatto apparire, che il trasandare le osservazioni delle regole della natura, porta seco il danno, e la riforma di Provincie intiere; siccome di fatto da questa sorgente sono derivati tutti li pregiudizj, a' quali ormai per un secolo stanno soggette le tre Provincie; e speriamo di potere ragionevolmente concludere, che il più sano consiglio in questa materia dell'acque deve essere quello di Pisone, applaudito, ed abbracciato dal saggio Senato di Roma: *optime rebus mortalium consuluisse naturam, quæ sua ora fluminibus, suos cursus, atque originem, ita fines dederit*.

# SCRITTURA,

## *Che contiene l'informazione a ciò, che aveva domandato Gio: Domenico Cassini, mandata a' Signori Assunti d'Acque.*

### ILLUSTRISSIMI SIGNORI.

Mi hanno comandato le Signorie Vostre Illme con sua lettera di jeri, che io stenda in carta le informazioni di fatto richieste dal Signor Gio: Domenico Cassini, affine di potere poi dar egli il suo pesato giudizio nell'affare corrente dell'acque; ed io, che tengo perpetuo l'obbligo di ubbi-

ubbidire, concorro anche con particolare soddisfazione a porgere le opportune informazioni a detto Signore, venerato da me per la sua profonda dottrina, ed onorevole memoria, che del di lui merito conserva la nostra Patria, come il Principe de' Matematici del nostro secolo. Per poter pertanto adempiere a questa parte con maggiore aggiustatezza, varrommi dell' ordine delle di lui Scritture partecipatemi dalle Signorie Vostre Illme.

Quanto alla prima dei 25. Maggio, l'alveo di Volano dopo la chiusura della rotta Muzzarella, seguìta circa 30. anni fa, non ha mai più avute acque torbide di Reno; ma solo le chiare del Canalino di Cento, e degli scoli del Serraglio di Vigarano, e di S. Bianca, e parte di quelle della Valle, che viene per rigurgito dal Cavo del Duca per la via solita del Cavo della Bonasina, Taglio Imperiali, e per l'alveo del Po di Primaro sino alla punta di S. Giorgio. Ben è vero, che qualche volta dette acque vi arrivano torbidette, particolarmente l'ultime, ma di sola terra, senza parte alcuna di sabbia, che tutta si depone nelle valli.

Con dette due acque, benchè di poca quantità, pensarono li Signori Ferraresi sotto la Legazione dell' Emo Ghigi di rimettere in istato mediocre la navigazione di Volano, con escavare a proporzione l'alveo, e con la fabbrica di tre sostegni, e ne seguì l'effetto col situarne uno a Quadrea, l'altro a Valle di Pigliaro, e 'l terzo a Tieni, con l'uso de' quali detta navigazione in oggi si va praticando, meglio però l'Inverno, che l'Estate, perchè in questa stagione resta priva dell'acqua della Valle, e non ha sussistenza che dalle poche del Canalino di Cento.

Il benefizio però di questa navigazione non è stato scompagnato da qualche danno di sorgive, che patiscono li terreni fuori degli argini del Po predetto a causa del sostentamento dell'acqua, fatti dai predetti edificj.

Talchè l'uso di quest' alveo presentemente non è più di scaricare l'acque delle valli di Bologna che con grandissima scarsezza, ma bensì quello di fare una competente navigazione, e dal sostegno di Tieni in giù di ricevere gli scoli del Polesine di Ferrara, e di S. Giorgio; poichè a Capo di Goro riceve il condotto Goro, e di sotto le Chiaviche Marescalca, del lago di Rodi, della Silicata, della Pomposa, delle Fornaci di S. Benedetto, del Durante dei Ducali, e dell' Agrifoglio, le principali delle quali sono il condotto Goro, che traversa tutto il Polesine di Ferrara da Ariano sino a Capo

di

di Goro, la Marefcalca ultimamente aperta a Marozzo per ifcolo de' terreni della Maffa, ed altri da quella parte, non potendo, dicono, averlo più per le Chiaviche dell'argine circondario del Polefine, e delle Galare nelle valli di Comacchio, e quella dell'Agrifoglio, che riceve l'acqua dei condotti Ipolito, e Galvano, fcoli della Bonificazione di Ferrara fabbricata in luogo dell'altra fotto l'Ofteria di Volano rovinata ultimamente dal mare. Vi fono anche diverfe menate, o montate da pefce, che fervono alle valli di Comacchio a deftra, ed alle nuove della Pompofa dell'Emo Cardinale d'Efte a finiftra; anzi perchè i Signori Ferrarefi attribuifcono l'infelicità degli fcoli del Polefine di Ferrara agl' interrimenti fatti davanti il Porto, e Chiaviche dell'Abate dal Po grande, vanno meditando di voltare in Volano tutti gli fcoli del detto Polefine coll'efempio della Chiavica dell'Agrifoglio, che ha portato grandiffimo giovamento al Paefe.

Li predetti due benefizj di navigazione, e di fcolo fanno, che fe mai li Ferrarefi fono ftati avverfi a ricevere il Reno in Volano, ora più che mai ne fono alieniffimi, e la credono propofizione la peggiore d'ogni altra.

Per altro poi fono anco in effere le arginature, ed il cavo fatto in occafione dell'accennata navigazione, benchè per quanto s'afpetta alla larghezza, di gran lunga non fufficiente all'introduzione di Reno.

## *Paffando alla feconda Scrittura dei* 31. *Maggio* 1693.

LE mutazioni accadute al Reno dopo la coftruzione della pianta al tempo di Aleffandro Settimo fono tante, e tali, che non fi poffono brevemente defcrivere. Le foftanziali fono, che il Reno nel fine del Cavo Govone, fatto fare d'ordine del Sig. Cardinale Piccolomini, s'è diramato in due gran riazzi, che ora hanno *6.*, o 8. piedi di fponda; il primo a finiftra cammina verfo Val Rofata, oramai tutta interrita, e fi fpande in certe valli fituate a deftra del Cavo del Duca in faccia a Gaibana, le quali non hanno più che due piedi di fondo, e l'acqua va poi a cadere col maggior corpo nei lamazzi del Butifrè; l'altro piega verfo il confine al Gallo, per la linea del quale, che prima del *1680.* ferviva di navigazione, s'è inalveato, col farfi dall'una, e dall'altra parte 4., 5., e *6.* piedi di fpalla; e continuando per effa circa un miglio, e mezzo, volta poi ful Bologne-

lognese pure da per tutto inalveato, sino che dopo avere traversata la Lorgana, entra nella già Lama delle Bilacque, ora saranno due anni interi, a segno da fare in acqua ordinaria circa tre piedi di sponda al Reno, e quindi per la Scarsella passa alla Salarolla, e si porta alle Cacupate sempre inalveato; a segno che dalla Lama delle Bilacque in giù avrà sempre cinque, o sei piedi di fondo. In somma da pochi anni in quà l'Estate si può andare da Bologna sino alle Cacupate sempre per le ripe del Reno a piede asciutto.

Nelle piene però l'acqua si spande dappertutto, particolarmente nella parte superiore alle Bilacque, essendo ivi a destra di Reno qualche residuo di valli di quelle de' Signori Volta; anzi essendo diventata valle quasi tutta la bella tenuta di Malalbergo di detti Signori.

Dall'anno 1680. in quà s'è perduta la navigazione per la linea di confine, e tre altre fatte dopo; e l'odierna, che passa per li terreni inondati de' medesimi Signori Volta, non può più in alcuna maniera sussistere, nè v'è rimedio di ritirarsi più a Levante, perchè s'incontrano immediatamente gl' interrimenti di Savena.

La valle del Poggio adesso più non comunica con quelle di Marara che per un canale manufatto di lunghezza tre miglia, e di larghezza 20. piedi in circa, ed in somma escrescenza ha di caduta sopra le inferiori equilibrate sul pelo della Lorgana piedi 4. 9. 9., dalla quale si dovrà detrarre circa un piede per l'alzamento, che in tal caso di escrescenza fanno l'acque dalla Lorgana predetta; e tal caduta s'è acquistata la valle superiore coll'alzamento dell'acque proprie sostenute dagl'interrimenti, che la circondano, con cagionare nelle parti del Territorio di Bologna situate fra Reno, e Savena inondazioni, e perdite di terreni da non credersi che da persone dotte, e pratiche, come il Sig. Dottor Cassini, che sa quanto lungo tratto di paese in queste pianure di poca pendenza corrisponda alla caduta dei detti piedi 4. 9. 9.

Gli argini di Reno alla destra terminano, come già una volta, a Gallino: tutto il resto di detta ripa continua abbandonato, e nelle piene per una infinità di riazzi tramanda buon corpo d'acqua delle valli del Poggio, e di Malalbergo, ed alla parte sinistra continuano gli argini sino alla diramazione de' predetti due riazzi.

Nel

Nel Cavo del Duca non entra più altr' acqua di Reno, che una piccola parte di quella, la quale per il riazzo finistro di esso si porta nelle valli a destra del medesimo, scaricandosi la maggior quantità, come s'è detto di sopra, verso il Buttifrè. Il medesimo Cavo del Duca, quasi del tutto interrito nelle parti superiori della Sanmartina, ora serve principalmente per iscolo della medesima, per avere il quale più felice, è stata ultimamente levata l'intestatura dai Ducali, ed escavato in parte, ma non quanto bisogna per tale effetto: continua bene l'acqua dal Cavo del Duca fino a Ferrara, e per essa anco in oggi si naviga; ma non corre di sorte alcuna trattenuta dai sostegni di Volano; anzi quando la valle è bassa, l'acqua del Canalino di Cento corre verso Gaibana, ed entra pel taglio Imperiali nella valle, non avendo più l'impedimento dell'intestatura del Cavo predetto.

La caduta del fondo del Reno con acqua alta piedi *3. 9. 6.* incontro la torre dell' uccellino sopra il pelo di Volano, come s'è detto, di sostentato è piedi 5. 5. 11.

E sopra il fondo di Volano piedi 10. 0. 5.

E sopra il pelo della Peschiera, fosse della Città, e Cavo del Barco, piedi *9. 6.* 10.

E quella del pelo del Cavo del Barco sopra il pelo del Po in tempo, che era alto once 5. sopra la soglia della Chiavica pilastrese, piedi 4. 10. 3.

Ed il pelo del Cavo del Barco è più alto del pelo del Canal bianco piedi 0. 7. 3.

Ed il medesimo pelo del Cavo del Barco è più basso del segno di somma escrescenza piedi 13. 0. 1.; al qual segno l'ultima piena dei 15. Giugno *1693.*, una delle maggiori, che siano seguite a memoria d'uomini, è quasi arrivata, mancandone d'un' oncia sola.

Gli argini di Volano non si sono livellati, perchè non si ha avuta in animo tal proposizione.

Il vivo degli argini sopra la piena ultima, misurato diligentemente in più luoghi, si dà in foglio a parte, dove starà anche espressa l'altezza de' medesimi sopra il piano delle campagne contigue.

La caduta di Volano, desunta dalle cadute de' sostegni, è piedi 10. 3. 3.; e ben-

e benchè l'acqua di questa nella giornata della visita non si vedesse muovere di sort' alcuna, e li Signori Ferraresi concordassero in crederla affatto stagnante; nulladimeno, perchè veramente non poteva esser tale, e per salvare le correnti del Po di Primaro, ed altre misure circa di esso, se gli sono dati in aggiunto 5. piedi, ed in oltre tre piedi per l'abbassamento dell'acque nel riflusso del mare; in maniera che pare di potere stabilire la caduta del pelo d'acqua di Volano alla punta di San Giorgio sopra il pelo basso del mare piedi 18. 3. 3.

Il flusso del mare per l'alveo di Volano arriva sino al sostegno di Tieni; ma non può estendersi più in su per l'impedimento, che trova. Nella visita di Monsignor Corsini fu deposto, che arrivava sino al migliajo in distanza da Ferrara, per l'andamento del medesimo alveo, sopra miglia 25., ma a dirittura non più di 18., ed il sostegno di Tieni è distante dal migliajo circa 5. miglia.

La Chiavica Pilastrese è nello stato di prima, ed in essa s'è notato alla presenza di questi Eminentissimi, che questa piena è restata di sotto al segno di somma escrescenza, indicato nella visita Borromea, piedi 1. 5. 6., in tempo che a Lago scuro aveva sopravanzato di due once in circa il Piede del gialino dell'osteria, indicato per segno di somme escrescenze in detta visita. Circa alle bassezze del Po, noi nella visita abbiamo trovato il suo pelo alto once 5. sopra la soglia della Chiavica Pilastrese, ed in ordine al maggiore abbassamento fu deposto variamente; chi disse tre piedi, chi due, chi quattro; ma la maggior parte hanno detto piedi 1. $\frac{1}{2}$ in istato ordinario, e che per arrivare all'estreme bassezze, poteva calare tre piedi.

Circa la prima Scrittura del dì primo Giugno, non ho che aggiungere, se non che la piena di quest'anno s'è alzata sopra la soglia della Pilastrese piedi 18. 7. 6. di misura di Bologna, essendoli in questa visita regolate col nostro piede tutte le operazioni fatte, e che gli argini del Po si trovano considerabilmente abbassati, siasi per negligenza, o per malizia, particolarmente dalla parte sinistra; che è quanto mi occorre significare alle Signorie VV. Illustrissime in ordine all'informazione richiesta dal Sig. Cassini. Mando annesse delineate le misure delle sezioni di Po, e di Reno, che ho fatto prendere, la prima a Lago scuro, l'altra alla Botta degli

Annegati, comecchè questi sono li siti più angusti, che danno il passo all' acqua de' detti due fiumi, per poter calcolare la quantità dell' uno, e dell' altro, e dedurne l' alzamento, che sarà il Reno nel Po; ed in oltre invio a loro medesimi copia d' un' altra Scrittura preparata per dare a' Signori Cardinali, quando mi ricercheranno del sentimento sopra Volano; la quale contuttochè mi credessi contenere motivi forti, nondimeno vedendo ora, che il medesimo Signor Cassini pensa, che l' introduzione in Volano non sia da sprezzarsi, comincio ad essere in dubbio della di lei sussistenza, ed a tal fine ardisco di supplicare le Signorie VV. Illustrissime di trasmetterla al medesimo, acciò si degni correggerla, perchè si procurerà di trattenere l' esame di questa Proposizione fino all' arrivo delle risposte, ed intanto si potrà dar mano a discutere l' altre; anzi io medesimo scrivo a detto Signore, acciò mi onori di scoprirmene gli errori, con sicurezza che la di lui sperimentata benignità verso di me non lascierà d' onorarmi de' suoi documenti, particolarmente se saranno avvalorate le mie suppliche dagli uffizj delle Signorie VV. Illustrissime, alle quali facendo umilissima riverenza, sempre più resto

Umiliss., Devotiss. Serv. Obblig.
*Domenico Guglielmini.*

# SCRITTURA

## *Sopra l' introduzione di Reno in Volano.*

EMINENTISSIMI, E REVERENDISSIMI SIGNORI.

QUando s' ha avuto discorso d' inalveare in Volano il Reno, è stato appoggiato il pensiero di chi l' ha creduto fattibile a tre punti principali, cioè primo al non essere tale operazione cosa nuova, comecchè questo fiume vi correva per l' innanzi fino al 1604.; secondo alla facilità, con che si potrebbe eseguire, lasciandolo correre presso l' alveo vecchio nel Po di Ferrara, e quindi alla punta di San Giorgio, dove intestando l' alveo di Primaro, si sarebbe spinto facilmente in Volano; e terzo ai molti vantaggi e di navigazione, e d' altro, che se ne sarebbero potuti sperare.

A que-

A questi motivi, portati da Monsignor Corsini nella sua Relazione fatta l'anno 1625., fu dal medesimo aggiustatissimamente risposto come in Somm. num. 1.; anzi quanto alle ragioni ivi considerate, ebbero la forza di persuadere quel degno, e dotto Prelato a risolvere di non tentarlo con tanta incertezza d'esito, e pericolo così grande, Somm. num. 2.; e tanto basterebbe a' Bolognesi di addurre per esame di questa sempre posta in tavoliere, e non mai abbracciata risoluzione; ma per rendere maggiormente paghe della loro ubbidienza l'Eminenze Vostre, si danno a fare sopra la detta Proposizione le seguenti riflessioni.

La caduta di Reno dalla Chiesuola di Vigarano fino al pelo basso del mare è asserta nella predetta relazione piedi 26. 5. 6., nè si sa su quale fondamento di misure, non portando tal somma quelle, che sono notate nella visita. Egli è ben vero, che le operazioni, fatte fare dall'Eminenze Vostre in quest'ultima visita, non danno che piedi 24. 10. ---; aggiungendovi piedi 8. per le ragioni espresse nel Foglio delle cadute di già esibito, somma la caduta nel fondo di Reno all'intestatura di Vigarano sopra il pelo basso del mare piedi 32. 10. ---, e la distanza da' detti due punti si calcola miglia 70. Se questa caduta sia sufficiente in tal lunghezza, sia giudizio degl' Ingegneri più pratici, che per li fiumi della qualità di Reno ricercano, ad effetto che non si depongano le torbide, once 16. di caduta per miglio, che in miglia 70. importerebbe piedi 93. once 4.: ne mancherebbono adunque piedi 60. 6. o. secondo tale supposizione; ma regolandosi secondo quello, che s'è trovato ultimamente di caduta in Reno dallo sbocco della Samoggia fino a Mirabello, cioè a ragione di once 13. per miglio di Bologna, essendo che miglia 70. di Ferrara non fanno che miglia 50. di Bologna; nulladimeno vi sarebbero necessarj da Vigarano al mare piedi 54. once 4. di caduta; e pure non ne abbiamo che 32. 10. o., e ne mancherebbero piedi 21. 6. o., e tale difetto di caduta dovrebbe acquistarsi con alzamento di fondo nella maniera, che più abbasso si dirà.

Per assodare meglio questa Proposizione, bisogna riflettere, che i fiumi portano seco tre sorti di materia, cioè sassi, sabbia, e lezza, o sia terra sottilissima. I sassi non s'incorporano nell'acqua, ma sono spinti dall'acqua nel correre che fa con gran pendenza; ordinariamente però poco s'avanzano fuori delle foci delle montagne, e solo tant'oltre, quanto li obbliga la

d 2 pen-

pendenza dell'alveo, e la quantità dell'acqua, essendo la prima assolutamente necessaria, comecchè la copia dell'acqua sola, senza l'inclinazione del piano, non è capace a smuoverli; e perciò si vede, che i fiumi reali, quando corrono o senza, o con poca pendenza, non hanno mai nel suo alveo materia sassosa, o ghiajosa. S'unisce bene, o, per dir meglio, si confonde con l'acqua la sabbia, e la lezza, le quali, come materie pesanti, non v'è chi non sappia non poter esser sostentate da un fluido più leggero, senza un'agitazione, o un moto di parti, che nell'acqua corrente non è altro che la velocità; ed è determinato in natura, benchè a noi non affato noto, il grado di essa sufficiente a sostenere sollevata nell'acqua la sabbia, e la lezza; quindi altra velocità è necessaria per sostentare la sabbia grossa, altra per la più minuta, ed altra per la lezza; e secondo che si diminuisce il peso, e la mole delle materie, altrettanto minore velocità è sufficiente per non lasciar deporre; perciò dall'istesso principio dipendere la velocità dell'acque correnti, ed il sostentamento delle materie mischiate con esse. Che il principio del moto nell'acque correnti sia la gravità; che questa abbia per causo coadjuvanti, o meno impedienti la declività degli alvei, ed a cagione della propria fluidità anche l'altezza dell'acqua, non v'è chi lo nieghi; e si può provare dimostrativamente, anzi con l'esperienze oculari, che l'una, e l'altra di queste concause subentrano vicendevolmente, secondo che l'una, o l'altra è di maggiore energia; anzi vediamo portarsi la sabbia dall'acqua del Po fino alle spiagge del mare, non ostante la poca pendenza del di lui fondo; ed al contrario il Reno depone la propria, benchè provveduto di molto maggiore caduta. Quindi nasce, che le cadute necessarie, perchè non si deponga negli alvei de' fiumi la torbida, non cadono sotto una regola generale di tante once per miglio, come pare, che finora si siano regolati li Periti; poichè i fiumi egualmente torbidi, che hanno minore altezza di acqua, nelle piene hanno bisogno di maggior caduta, ed al contrario; il che costantemente si riscontra in tutti li Torrenti almeno di questi contorni. La più certa fra tutte le regole per determinare ciò è la misura delle cadute degli alvei, che hanno stabilito il suo fondo; perchè dall'istessa natura s'impara qual sorta di pendenza sia necessaria in un fiume, quale in un altro. Mentre adunque l'esperienza ci fa conoscere, che il Reno, dopo aver ricettate l'acque della Samoggia,

vuole

vuole once 13. di caduta per miglio, e da lì in giù non può ricevere altre acque, dovendo scorrere per Volano; a me pare evidente, che questa almeno debba essergli necessaria quasi fino al suo sbocco, e dico quasi, a cagione delle seguenti considerazioni.

E' stato, ed è sentimento di molti, che i fiumi nel giungere in sito, dove arriva il flusso del mare, non abbiano bisogno di veruna caduta, o almeno di molto minore dell' antecedente. Tal sentenza è stata fondata sul moto continuo del mare, che non lascia mai quietar l' acqua, e per conseguenza gl' impedisce di deporre, e sull' osservazione immediata, che non sì facilmente s' interriscono quegli alvei in tal distanza dal mare, come nella maggiore; che perciò Monsig. Corsini nella sua Relazione disse, in sentenza degli Assertori della Proposizione di Volano, che la caduta presente di Reno di piedi *26. 5. 6.* sarebbe bastata fino a Capo di Goro, dove trovando il flusso, e riflusso del mare si sarebbe poi mantenuto l' alveo. Io non voglio negare, che tale opinione non sia vera in qualche parte; ma troppo grand' errore sarebbe il lasciarsi ingannare dalla di lei apparenza; perchè se ho a considerare gli esempj, io vedo, che il Lamone, rivoltato che fu al mare, ha interrito, ed elevato il proprio fondo in maniera, che in questa visita s' è trovato avere dal Ponte di S. Alberto al mare piedi *6. 2. 6.* di caduta; e pure non v' è tanta distanza, che non potesse arrivarvi il rigurgito del mare, come in realtà bisognava s' estendesse anco più in su nel tempo, che il detto fiume fu divertito dal Po di Primaro: se adunque il flusso, e riflusso non è stato bastante ad impedire gl' interrimenti al Lamone, come lo sarà a mantenere il fondo al Reno in distanza dal mare di circa 12. miglia, quante si contano da Capo di Goro fino al Porto di Volano? Questo fiume non è già per esempio unico di questo fatto, poichè lo stesso s' osserva ne' due fiumi Ronco, e Montone, nel Savio, ed in quant' altri torrenti sboccano al mare immediatamente, per l' alveo de' quali poco all' insù s' avanza il gonfiamento delle maree; anzi molti piccoli torrentelli, perchè troppo insuperbiti in volere da se portare il proprio tributo al mare, ne sono rigettati con gl' interrimenti delle loro foci cagionate dai flussi marini.

Egli è però vero, che ogni volta che i fiumi, i quali sboccano in mare, possano da se medesimi tenersi aperto lo sbocco nella spiaggia, e comuni-

municare le proprie acque col pelo del mare, tanto basta per fare, che dal sito, dove si risentono gli alzamenti delle maree in giù, resti il fondo un poco più escavato che al di sopra, e si mantenga con minore pendenza. La ragione si è, che nel flusso del mare dovendo il fiume appoggiarsi sopra d'un pelo d'acqua più alto, è altresì esso necessitato ad elevarsi di superficie, per cagionare a se medesimo la velocità dovuta allo scarico delle proprie acque. Quindi nel riflusso, come più alto di corpo, corre con maggiore velocità, di quello che sarebbe, se il pelo del mare fosse sempre equilibrato all'istesso orizzonte; e perciò dipendendo lo scavamento dalla velocità, viene il fondo ad essere più profondato, e per conseguenza di minore pendenza; e questa è la causa, per la quale tutti i fiumi dal sito, dove risentono il mare, mutano cadente, facendosela meno declive.

Aggiungo, che dovendo sboccare l'acqua del fiume, non sopra la superficie del mare, come alcuno si crede, ma bensì tutta sotto della medesima, non bisogna regolare la pendenza dell'alveo sopra il pelo del mare; ma tanto più basso, quanto importa l'altezza della sezione, che dee occupare nello sbocco, ed in tempo delle sue piene maggiori; che però nel nostro caso alla caduta di piedi 32. 10. 0. se ne potrebbero senza scrupolo veruno aggiungere quattro piedi, in maniera che la caduta del fondo fosse piedi 36. 10. 0., e sminuire d'altrettanto la necessaria pendenza sopraddetta di piedi 54. once 4., in maniera che restasse piedi 50. once 4.; ma non ostante ne mancherebbono anche piedi 13. 6. 0., che tutto ridonderebbe in eguale alzamento di fondo a Vigarano; e poco minore sarebbe in dirittura della Città di Ferrara, per salvezza della quale, se Monsignor Corsini cotanto temeva dall'intermissione di Reno in Volano, sul supposto che l'alveo di questo non fosse per interrirsi, quanto maggiormente dovrassi dubitare di sommersione, quando per l'accennata ragione dovesse il di lui fondo elevarsi sopra il piano della Città predetta! E' poi facile il dedurre la difficoltà di mantenere gli argini ad un'elevazione assai strana, che in molti luoghi è sopra 35. piedi dal piano delle campagne; l'impossibilità di ripigliare le rotte, quando succedessero; le sorgive, che darebbe un fiume così elevato di fondo alle campagne adjacenti; gl'impedimenti degli scoli, che da Capo di Goro in giù in oggi vi hanno l'esito dentro; l'inutilità, che succederebbe delle montate da pesce; il pericolo della Città, e Valli di Comacchio,

chio, e de' Polesini di S. Giorgio, e Ferrara: oltre che resterebbero inutili i tre sostegni fabbricativi ultimamente con gran spesa, e Dio sa in che stato si riducesse la navigazione presente di Volano, ed il di lui Porto, che adesso è il migliore del Ferrarese, dovendosi piuttosto fare ogni sforzo per mantenerla e questa, e quella, come di utile, ed onorevolezza considerabile agli Stati della Santa Sede.

Tralasciandosi per ora di considerare la spesa e presente, e futura, necessaria per eseguire, ed assicurar tal proposta, dipendendo essa da misure esatte de' fondi, e scavazione presente, ed altezza degli argini del Po di Volano per tutta la sua lunghezza; non si lascia però di considerarla assai grande, e senza dubbio maggiore di quello a prima vista fosse considerata.

Egli è ben vero, che le Valli di Marara quasi tutte si bonificherebbero; che quelle di Marmorta, e l'altre inferiori in parte resterebbero all' asciutto, ed in parte sollevate dal gran carico dell'acque presenti, e che in fine si metterebbero in salvo tutti gli scoli da Reno al Lamone; ma non pretendono i Bolognesi, veri, e divoti Sudditi di Santa Chiesa, comprare a prezzo così caro della rovina del Territorio di Ferrara la propria salvezza; e quando anche, il che non credono, e non crederanno mai, fossero condannati dall'Eminenze Vostre a perpetuarsi nelle miserie, nelle quali ora si trovano, liquidate dall'oculari inspezioni di tanto Paese del loro Territorio, pochi anni fa fruttifero, ora inondato, e reso vallivo, desidereranno d'aspettarne un giusto sollievo dalla natura medesima, che non potrà eternamente durare nella presente violenza, piuttostochè di consigliar mai alcuna proposizione, che non possa essere d'universale vantaggio, e di gloria dell'Eminenze Vostre.

Umilmo, Divmo Servitore Obblmo
*Domenico Guglielmini.*

SCRIT-

# SCRITTURA

## *In risposta de' Signori Bolognesi per l'introduzione del Reno nel Po grande.*

### ILLUSTRISSIMI, E REVERENDISSIMI SIGNORI.

MOlte sono le opposizioni fatte nell'ultima Scrittura comunicataci dall' Emze Vostre alla nostra proposta di recapitare il Reno nel Po grande, affine di liberare, o almeno sollevare il gran tratto di paese situato a destra del Po di Argenta dalle sterminate inondazioni, che per la violenza, colla quale son trattenute l'acque, continuamente lo affliggono, e le quali chi volesse persuadere all'Emze Vostre con rettorici artificj, parrebbe volesse derogare la fede alle oculari inspezioni, ed al testimonio de' proprj sensi.

Per stabilire la realtà dell'accennato rimedio, si danno i Bolognesi nuovamente a dimostrarlo *necessario*, *giusto*, *possibile*, *innocente*, *e di effetto sicuro*, e tanto servirà per rispondere a tutti gli argomenti, ed opposizioni, che contro la di lui effettuazione sono stati fatti in ogni tempo, ed ora replicati da' Signori Ferraresi, sia che realmente ne temano per troppo tenero affetto alle cose proprie, o se ne infingano per troppo poca compassione alle altrui miserie.

§. 1. La necessità di rimediare al presente sconcerto dell'acque non è, non può, nè deve esser negata da chi ha orecchie per udire i lamenti de' popoli, ed occhi per vedere un gran tratto di paese reso inutile dal ristagno d'acque impedite di sfogo, e portate da' fiumi; ma particolarmente dal Reno in tanta abbondanza nelle valli, termine dannoso, e temporaneo, ormai ridotte per l'incapacità del proprio seno a perdere il nome, col meritare piuttosto quello di fondi perduti per incuria degli uomini, o pure a comunicarle con dilatarsi sempre più all'insù ad occupare una gran distesa di terreno, non ha molto fertile, ed abbondante, dal quale ne ritraeva la Città di Bologna, se non l'intero, almeno parte considerabile del proprio sostentamento; perdita giustificata l'anno *1690.* avanti la Sacra Con-

Congregazione dell'Acque, e che ora si ripete nel Tribunale dell'Emze Vostre, come in Sommario num. 1., ed in gran parte si potrà ad ogni lor cenno convincere ad evidenza dal confronto dell'osservato in questa visita col liquidato nell'altre de' Commissarj Apostolici, e si potrà dedurre unicamente dal riflettere, che le acque delle valli di Malalbergo in oggi nelle somme escrescenze s'alzan più che al tempo della visita Corsini piedi 3. 3. 9., Sommario num. 2.; ma ciò è tanto evidente, che i medesimi Signori Ferraresi non lo niegano, anzi nel proprio Territorio lo provano, e mossi dalla necessità del rimedio, stimano bene impiegata ogni spesa, benchè esorbitante, per liberare se medesimi, e gli altri da' danni, e pericoli provati, e temuti dallo sregolamento dell'acque, chiamano essi, Traspadane, come apparisce dalla moderna loro proposizione, e dai tentativi, che hanno sempre fatti di ritirare un braccio del Po grande nell'alveo di Primaro, non solo a titolo di restituire la navigazione perduta alla loro Città, ma anche col pensiero, che potesse servire a scaricare con felicità le acque Bolognesi, e Romagnole.

§. 2. Se egli è vero, che la natura elegge sempre li mezzi più facili, più compendiosi, e più giusti per arrivare a' fini prescrittile dal di lei Autore, non si può negare essere altrettanto facile, quanto giusto, che l'acque del Reno vadano ad unirsi con quelle del Po di Lombardia. In prova di che si concepiscano il Po, ed il Reno affatto privi d'argini, come sarebbe, se gli artifizj degli uomini non ve gli avessero fabbricati, e poi si giudichi a qual parte il Reno avrebbe indirizzato il suo corso. Certo non ad altro termine, che a quello, che esso medesimo s'elesse, quando fu abbandonato dal corso del Po, che passava vicino alla Torre dell'Uccellino, cioè ad unirsi con Panaro poco sotto la Terra del Finale, come testifica Flavio Biondo, e se ne riconoscono in oggi anche in gran parte manifestamente le vestigia, oppure al Bondeno per l'alveo di Ferrara, come faceva in acqua bassa, dopo che introdotto alla rotta di Madonna Silvia in Po rotto, cominciò a mancare al ramo di Ferrara l'abbondanza dell'acque del Po medesimo. Se adunque il Reno da se medesimo per sola disposizione di natura ha sempre tentato di unire la sua corrente a quella del Po di Lombardia, e se presentemente sarebbe l'istesso, lasciato che fosse in libertà, anzi lo pratica in occasione di rotta alla sinistra del suo corso, andando a sca-

ſcaricarle alla Chiavica di S. Gio:, come più volte è ſucceduto, Sommario num. 3., chi negherà, che non ſia ſommamente giuſto il ſecondare le inclinazioni della natura, incamminandolo verſo Panaro con regola, ed inalveazione proporzionata, oppure a dirittura nel Po grande in qualunque ſito, che dall'infinita perſpicacità dell'Emze Voſtre foſſe più giudicato opportuno?

§. 3. Nè è già impoſſibile, anzi piuttoſto facile, e di poca ſpeſa il farlo con tutte le buone regole in ognuna delle linee propoſte, non oſtante tutte le difficoltà, più eſagerate, ed enfatiche, che vere, e reali, addotte nella Scrittura, atteſochè non ſuſſiſte, che la caduta di tal nuova inalveazione doveſſe elevarſi ſopra il piano delle campagne piedi 3., e piedi 8., come viene aſſerito, e ſi pretende provare, mediante il profilo della livellazione fatta, ed accordata da' Periti delle parti, e dall'Azzoni l'anno 1660. per la linea, che va a Palantone; poichè queſto prova tutto il contrario, delineata che ſia la linea cadente nella forma inſegnata, e praticata tutto il dì da' migliori Architetti d'acque, cioè regolata nel noſtro caſo quattro piedi almeno ſotto il pelo baſſo del Po, e prolungata all'insù con la proporzionata acclività indicata dal genio dello ſteſſo fiume, che dalle livellazioni ultimamente fatte dallo sbocco della Samoggia ſino a Mirabello apparisce eſſere once 13. per miglio di Bologna, poco diſſimile dalla caduta di Panaro, il quale dalla Chiavica di S. Gio: fino al ſuo sbocco ha di caduta piedi 5. *9. 6.* in diſtanza di cinque miglia, Sommario num. 4.; e perciò è aſſioma comune, accettato nella ſcuola de' Periti dell'acque, doverſi l'eſcavazioni cominciare ſempre al di ſotto, perchè l'acqua ne inſegna la quantità, e la miſura.

*Viſita ultima.*

Ora ſe tal metodo ſi praticherà in delineare la cadente della nuova inalveazione di Reno al Po grande per qualunque linea ſi voglia delle propoſte, ſi vedrà evidentemente, che il fondo di eſſa in neſſuna parte camminerà elevato ſopra il piano delle campagne; ma conſiderabilmente profondato non meno di Panaro medeſimo, che pure eſamino per campagne uniformi in elevatezza di ſuperficie a quelle, ſulle quali vengono diſegnate le noſtre linee; onde ſiccome queſto in niuna parte patiſce tal diſaſtro, Sommario num. 5., così non ſi dee dubitare, che 'l Reno non abbia da fare il medeſimo, aperta che gli ſia la ſtrada di ſcaricare le ſue acque nel Po di

Ve-

Venezia. In prova di che si esibiscono all'Emze Vostre annessi i profili di tutte quattro le linee, dalla semplice inspezione de' quali resterà chiarita la verità delle nostre asserzioni.

L'equivoco, sul quale è fondato il detto de' Signori Ferraresi, consiste in avere considerata la cadente del pelo di Reno su quello del Po, l'uno, e l'altro nello stato, nel quale furono trovati il giorno della livellazione dell'Azzoni, come linea cadente del fondo; e pure bisogna distinguere l'una dall'altra, perchè siccome la prima è instabile, dipendente dalla varia, e sempre instabile elevazione de' peli d'acqua, così la seconda è determinatissima, presa che sia dal suo vero principio, e non a mezzo, come ora è stato praticato.

Cessando adunque il supposto de' Signori Ferraresi, che serve di premessa a tutte le altre difficoltà, e danni asseriti, cessano altresì tutte le allegate conseguenti considerazioni; poichè prima non vi vorrebbero, come si asserisce, nè li 17., nè li 23. piedi d'argine sopra il piano delle campagne, perchè si sa benissimo, che il Reno non si eleva nelle piene più di 10. piedi in circa sopra il proprio fondo; onde a riguardo del solo Reno questi basterebbero, ed in ogni caso potrebbe prendersene regola dagli argini superiori; e rispetto al rigurgito del Po, non si niega dovessero essere più alti qualche cosa della misura predetta; ma basterebbe regolarli in maniera, che andassero a cadere su quelli del Po medesimo con la stessa proporzione di caduta, che hanno quelli di Panaro, oppure che hanno quelli di Reno nella parte superiore; e finalmente quand'anche dovessero elevarsi ( il che assolutamente è falso ) all'altezza predetta, non sarebbe cosa senza esempio, vedendosene de' poco meno alti nel corso presente del Reno, e nel fiume Senio, e pure sussistono, senza disperazione de' Popoli, che gli hanno fatti, e mantengono a difesa de' proprj beni. Secondo, si vede benissimo, che la terra per farli dovrebbe prendersi nell'alveo, senza avere forse a toccare quella della campagna adjacente che in minima parte, come costerà dalle livellazioni; e quando si dovesse valersene in buona copia, non perciò diventerebbero vallive le terre, comecchè sono le più alte del Ferrarese; e siccome ciò non succede nelle parti inferiori adjacenti al Po grande in occasione di rinfrancare i froldi, e formare nuove coronelle, molto meno si dovrebbe temere nelle più alte, per le quali passano le

linee delle diverſioni. Terzo, non ſuſſiſte, che le propoſte inalveazioni altro non ſiano, che un riſtringere l'eſpanſione del Reno, che i di lui argini foſſero per eſſere un froldo continuo, e che ſi foſſe in neceſſità d'avere le ripe del fiume ſenza reſtare (fraſi tutte ſinonime); perchè dovendoſi fare eſcavazione, e dovendo la linea cadente ſtare ſotto il piano delle campagne, verrebbero ſenza alcun dubbio a rimanervi le ſue reſtare, le quali poi coll'alluvioni ſi alzerebbero ad un'altezza proporzionata, come hanno fatto quelle di tutti gli altri fiumi; e perciò, atteſa la rettitudine della linea cotanto amata, e lodata in altre occaſioni da' Signori Ferrareſi, ſvanirebbe ogni ſoſpetto di froldo, ogni corroſione di ripa, ed ogni pericolo di rotte; alla qual ſicurezza moltiſſimo contribuirebbe il mantenere due ſtrade al luogo delle reſtare, comecchè al frequente paſſaggio ſempre più ſi addenſa la terra, e la neceſſità del tranſito obbliga i paeſani ad una continua applicazione di mantenere con proporzionati rimedj le ripe dell' alveo.

§. 4. Coltivando adunque maggiormente queſta ſicurezza morale, egli è certiſſimo, che la rettitudine degli alvei contribuiſce molto alla ſuſſiſtenza degli argini, ed alla felicità del corſo de' fiumi. Oſſerviſi il Cavo Gavone in mezzo ai boſchi, e ſenza alcuna aſſiſtenza, e ſi vedrà, che egli mantiene anco dopo trent'anni la ſua primiera dirittura, non oſtante ſia imboccato da un froldo. Diaſi un'occhiata a tutta la riviera di filo nel Po di Primaro, nè ſi troverà differentemente, quantunque eſſa ſia ſottopoſta a molte cauſe accidentali, che pure potrebbero introdurvi alterazione; e poi riflettaſi, s'egli è mai credibile, che un'inalveazione diritta di non molto lungo tratto, ben regolata, e fatta con tutte le debite cautele, abbia da permettere, che un ingegno indifferente, e diſappaſſionato concepiſca timore di rotture, almeno a quel ſegno da defraudare del neceſſario ſollievo tanta vaſtità di terreni, che non hanno già il ſolo timore, o ſoſpetto, ma patiſcono gli effetti continui, e ſempre maggiori delle rotte medeſime, che vuol dire l'inondazioni delle campagne, gl'interrimenti, e la perdita degli ſcoli de' fondi ſuperiori. E poi non ſarebbe un buon cambio per la Città, Fortezza, e Territorio di Ferrara il liberarli dal pericolo di 13. froldi ora eſiſtenti nell'arginature arenoſe di Sanmartina, che ſtanno in faccia, ed in poca diſtanza dalla Città, anzi da quello di tutte le rotte, che po-

poteſſero ſuccedere a ſiniſtra, con metterſi ſotto la ſicura tutela d'un argine diritto di terra buona, e non più lungo in qualcheduna delle noſtre linee di tre in quattro miglia? Nè occorre obbiettare in avvantaggio i rigurgiti del Po, e li peſſimi effetti, che ne poſſono ſuccedere; perchè queſti, qualunque ſiano, o veri, o apparenti, non ſi diminuiranno, nè ſi accreſceranno, provandoſi in oggi nell'eſcreſcenze del Po il regurgito per l'alveo di Panaro fino al Finale; e ſeguìta che foſſe l'inalveazione, ſi farebbe per quello del Reno ſin dove riſentiſſe lo ſteſſo equilibrio, ed eſſendovi il pericolo, ſi cambierebbe del pari il preſente del Panaro, e cavamento di Foſcaglia con il futuro del Reno; e non eſſendovi, non vi ſarà nemmeno da temere coſa ſimile negli argini del Reno; anzi quegli ſteſſi rimedj, che ſi praticherebbero in un caſo, occorrendo, ſi dovrebbero applicare nell'altro. La verità però ſi è, che ſiccome i regurgiti predetti del Po in Panaro non s'ha memoria, che abbiano mai cagionata nè rotta veruna, nè alcuno di quei perniciosiſſimi effetti, per giuſtificazione de' quali con ſoverchia confidenza ſon chiamate in teſtimonio di viſita l'Emze Voſtre, quaſi che nell'ultima loro viſita aveſſero veduto non dirò in manifeſto pericolo la Terra del Bondeno, ma almeno qualche coſa di ſtraordinario nelle ripe, o negli argini, atta a ſorprendere gl'ingegni anco meno ſperimentati, eppure non ſi vide altro, che alcuni pericoli, e non conſiderabili dirupamenti di ripe, coſa ſolita, e conſueta in ogni abbaſſamento d'acqua di fiume, che trova le proprie ſponde o a perpendicolo, o ſenza la dovuta pendenza; così non s'ha da temere, che gli effetti de' regurgiti ſi abbiano da fare molto più grandi nel Reno, all'alveo del quale ſi darà tanto maggiore larghezza, e per conſeguenza tanto più verranno diſtanti le ſponde dell'alveo dall'arginatura, che ſi faranno; nè ſi può addurre alcuna diſparità per le piene di Reno, che ſi pretendono provate, mediante le fedi in Sommario de' Signori Ferrareſi num. 4., venire replicatamente ſei, o ſette volte una dopo l'altra, e fino 40., o 50. volte l'anno; perchè tali fedi non poſſono indurre fede veruna in chi ha qualche pratica della verità del fatto, poſciachè riſpetto al numero aſſerito di eſſe, biſognerebbe, che il Reno ſi gonfiaſſe una volta la ſettimana, o pure continuaſſe ſeguitamente meſi intieri a non laſciarſi vedere fuori del ſuo ſtato ordinario, cioè baſſiſſimo, come è accaduto ultimamente ne' due meſi della dimora dell'Eminenze Voſtre in Ferrara,

rara; e rifpetto al replicare delle piene, bifogna dire, che o li fedefacienti non abbiano in tefta le nozioni degli altri uomini circa le piene dei fiumi, e fecondo effi, calcolando per una piena, e fingolo alzamento d'acqua, bifognerebbe afferire, che le piene del Po fuccedono molto più frequenti di quelle del Reno, e pure non fi afferifcono venire che due, o tre volte l'anno al più; o piuttofto che le piene del Reno non fono di maggior durata di fei, o fette ore; e da ciò fi deduce qual credito s'abbia da avere al gran numero delle fedi allegate contrarie in buona parte alla verità del fatto, e fenza la fincerità ftimata da Monfignor Corfini al §. *La verità ec.* cotanto neceffaria in quefte materie.

Moralmente adunque parlando, non fi dovrebbe temere di rotte, e fuccedendo (il che Dio non voglia), farebbe d'uopo tollerarle in vece dell'altre del Reno, del Panaro, e in qualche noftra propofizione anche del Po grande, o piuttofto difenderfene con la manutenzione dell'argine Traverfagno, sfogando l'acqua per l'alveo del Po di Ferrara, come già fi faceva una volta, quando fi tagliava nelle piene del Po grande l'inteftatura del Bondeno; nel quale ftato antico di cofe non effendo mai ftato neceffario murare le porte della Città, e fortezza per impedire l'entrata all'acqua, nè effendofi quefta mai inondata, reftando a porte aperte, come non fu mai quando era bagnata fin fotto le mura dalle piene maggiori del Po, molto meno fi dee credere doveffe in avvenire patire l'ultima defolazione dalle rotte del Reno, particolarmente non fuffiftendo, che le mura della Città fiano tanto più baffe degli argini del Po, e di quelli, che dovrebbero farfi al nuovo alveo; e quando lo foffero, fi fa bene, che l'acque delle rotte, fparfe per le campagne, non confervano quell'altezza di corpo, che è loro neceffaria, riftrette che fono fra gli argini; e per confeguenza non vale l'argomento: *l'acqua d'un fiume nelle fue piene è più alta d'un altro termine: adunque fuccedendo rotte, lo formonterà.*

§ 5. Ceffando perciò ragionevolmente i pericoli delle rotte, e molto più quelli delle gran ruine, ed efterminj troppo iperbolicamente defcritti, e fenza altro fondamento, che d'un panico, ed apparente terrore afferiti, paffiamo ora alla materia degli fcoli, che s'interfecherebbero in ognuna delle linee da noi propofte: e primieramente rifpetto alla prima di Monfignor Corfini, gli fcoli interfecati farebbero i condotti Brunello, e Cittadino, il

Canal

Canal Bianco, e la fossa Laverzuola; ma a questi di già s'è detto nella nostra Scrittura potersi provvedere in due maniere, cioè o unendoli tutti tre insieme, e facendoli passare sotto l'alveo nuovo per botte sotterranea, o pure per una Chiavica al Lago scuro nel Po, sul pelo basso del quale hanno sufficiente caduta; e lo stesso si praticherebbe rispetto al Canalino di Cento. Nella linea, che va da Mirabello, e Palantone a detto Canalino di Cento, si provvederebbe per botte sotterranea, o ricevendolo nell'alveo nuovo; ed il Condotto Cittadino, che solo s'interseca, si potrebbe voltare al Po in luogo opportuno, e con tal mezzo si provvederebbe anco al timore, che nelle rotte, le quali potessero succedere a sinistra di Reno, fosse per essere sforzata la botte sotterranea, e desolata la Città.

Quando si mandasse il Reno da Mirabello al Bondeno, è vero, che s' intersecano alcuni condotti; ma col solito rimedio delle botti vi si provvederebbe, o pure col riceverli in Reno, o mandarli a sboccare a qualche altra chiavica di quelle, che si trovano a destra del cavamento di Foscaglia.

Ma nel quarto nostro partito non si traversa scolo veruno; e quando ciò fosse, facilissimo sarebbe di mandarli tutti alla Chiavica di S. Bianca, di cui si potrebbe aprire l'arco sinistro, ora terrapienato per maggior felicità di sfogo, ed i terreni, che ora scolano sul pelo del Po di Ferrara, acquisterebbero sopra piedi 4. di caduta di più, Sommario num. 7., dovendo scolare sul pelo basso di Panaro, benefizio da non sprezzarsi, non ostante tutta la soggezione di chiaviche. Si aggiugne, che qualunque fosse lo scolo, non potrebbero lamentarsi gl' interessati, essendo che sarebbe lo stesso per l'appunto, che loro avrebbe dato la natura medesima, se 'l Reno per la via di Po rotto si fosse lasciato correre ad unirsi col Po grande alla Stellata. Per quello importa l'interesse del Canalino di Cento, per li benefizj, che apporta alla Città, Fortezza, e Porto di Volano ec., chi non vede, che abbondantemente si supplirebbe a tutti questi bisogni con ridurre, come s'è progettato, il nostro Canale Naviglio, augumentato dall'acque di tanti scoli, fino sotto le mura di Ferrara, per valersene opportunamente?

§. 6. Non crediamo necessario di rispondere ai motivi portati per dimostrare il pregiudizio del Ducato in caso d'invasione per la separazione delle terre di Bondeno, Cento, Stellata; perchè tali politici riflessi sono

pro-

proprj del Principe Supremo; ma pure quando avessimo a discorrere sopra questa materia, non mancheremmo di dire, che facendosi l'introduzione del Reno in Po per la nostra quarta linea, le terre del Bondeno, e Stellata resterebbero nel medesimo sistema di cose, in che ora si trovano; anzi il Bondeno potrebbe ridursi nella confluenza di due fiumi, Reno, e Panaro, e così rendersi capace d'ogni migliore fortificazione, che servirebbe per piazza di frontiera allo Stato Ecclesiastico, e di sicurezza alla Stellata per la facile comunicazione; e rispetto a Cento, quanto meglio potrebbe esso essere soccorso per la campagna aperta, e libera dalla parte destra del Reno, il quale dovrebbe passarsi solo sotto le fortificazioni di detta terra, che dalla sinistra in tanta angustia di sito, quanta è fra 'l Reno predetto, e Panaro? Nè gli mancherebbero ajuti dalla parte del Bolognese, e Forte Urbano, essendo certissimo, che non può essere invasa una parte del Ducato di Ferrara senza chiamare da tutto il resto dello Stato Ecclesiastico le necessarie difese. Si lascia poi mettere in bilancia, se sia più vantaggioso aprire una comunicazione assai grande per terra fra le due Provincie di Bologna, e Ferrara, con togliere di mezzo il Reno, e le valli, prendendo anche quella con Cento, oppure mantenere questa nello stato, in che si trova, e voler restar privi dell'altra; siccome non si tralascia di motivare, che i fiumi sogliono riuscire, almeno sul principio delle invasioni, più in vantaggio, che in offesa degli Stati, mantenendo le difese nelle circonferenze, e non mai restringendole nel cuore delle Provincie, perchè difficultano i passi, e quando ne sono capaci, allagano le campagne, levando la sussistenza a' nemici; in manifesta prova di che si dia un'occhiata alla sfuggita alle Provincie della Fiandra, ed Olanda. Più aggiugneremmo in questo particolare, se il credessimo parte nostra; ma perchè assolutamente non crediamo, che sia, basteracci d'aver fin ora provato, che l'alveo nuovo del Reno è fattibile senza gran difficoltà, anzi senza gran spesa, non sussistendo per alcun capo il calcolo Gaetano, e senza danno veruno dello Stato di Ferrara.

§. 7. Passeremo adunque a considerare gli effetti dell'introduzione del Reno nel Po, e distingueremo le nostre riflessioni, discorrendo sopra li due capi enunciati nella Scrittura; e prima, ritrovandosi il Po in somma escrescenza, egli è confermato dall'esperienza di molti secoli, ed autenticato dal

detto

detto di tanti testimonj esaminati nella visita, Sommario num. 8. ( al detto de' quali fa debole contrasto la fede sospetta d'un Ministro mercenario ) che non mai s'incontrano le piene di Panaro, e del Reno con quelle del Po; e sanno benissimo le Emze Vostre, che in quest'anno estremamente piovoso niuno de' detti fiumi s'è alzato sopra il suo stato ordinario, in tempo che il Po correva gonfio quasi al segno delle sue maggiori escrescenze; e tanto basterebbe per escludere il primo capo; ma perchè si vuol camminare con tutte anche le soprabbondanti, purchè ragionevoli cautele, concedasi per cosa fisicamente possibile l'incontro delle due piene: in tal caso si oppone, che il Reno non potrà avere sfogo nel Po; ma ciò è contrario all'esperienza, perchè se v'entrano tanti altri fiumi, per qual cagione dovrà essere denegato a questo solo l'ingresso? E se entrava senza squarciare le proprie sponde, quando correva per l'alveo suo vecchio nel Po di Ferrara, perchè non potrà fare lo stesso in quello di Lombardia? Nuova cosa sarebbe in natura, che un fiume tributario fosse rigettato da un reale, mentre dall'influsso di questo esso acquista e la natura, ed il nome. V'entrerebbe adunque, e sforzerebbe le massime escrescenze, come provveduto di declivio sufficiente a dargli quel picciolo alzamento di superficie, che è necessario a' fiumi minori, per obbligare il maggiore a riceverli, senza alcuna necessità d'avere a scorrere, come s'asserisce, sopra il pelo alto del Po, essendo comune osservazione, che i fiumi si spianano sull'acque, siano del mare, o di altri fiumi, nelle quali hanno l'ingresso, ed entrano di sotto con quella velocità, che loro viene permessa dall'ampiezza della propria sezione, e dall'impeto, o per ragione di declivio, o di altezza di corpo; altrimenti dovrebbe dirsi, che vicino al mare fosse necessaria l'istessa altezza d'argini, che s'osserva lontano da esso, e che quelli di Panaro fossero tanto più alti di quelli alla Stellata, quanto importa l'altezza delle piene sopra il pelo alto del Po; proposizioni l'una, e l'altra convinte per false dalla sola oculare inspezione.

Nè con maggiore fondamento s'asserisce, che il Panaro faccia alzare il Po due, o tre piedi, mentre stanno in contrario i testimonj pratici esaminati giuridicamente nella visita Borromea, Sommario num. 9., li quali asseriscono, che l'alzamento dell'acque del Po a Lago Scuro, fatto per la piena sopraggiunta di Panaro, non eccedeva mai mezzo piede, oltre altre ragio-

ni, dimostrazioni, e calcoli, che si daranno in foglio a parte, rispondendo anche all' opposizione fatta, che l' escrescenza del Reno in Po alto non si possa definire: che se a riguardo di tal alzamento possibile per l' incontro delle piene dovranno alzarsi gli argini del Po anche in lunghezza di 120. miglia, comecchè si stima giusto, non si ricusa di farlo a proporzione, ed a tal fine sono state da' Bolognesi dimandate, ed ottenute le misure del vivo degli argini per riconoscere ove sia il bisogno di tale operazione stimata da' medesimi Signori Ferraresi *unico, e conveniente riparo a tanti danni* da essi temuti per l' elevazione maggiore delle piene; e sarebbe altrettanto più facile l' ottenerne l' intento, quanto che, secondo la pratica, e l' asserzione fatta in quest' ultima Scrittura, riesce ottimamente di sostenere *l' impeto del Po pieno con il debole riparo de' soprasoglj*, anzi con semplici arature fatte pel lungo degli argini, come s' è veduto essere stato praticato in quest' ultima piena.

§. 8. Avanzandosi alla considerazione del Po in estrema bassezza, si temono da' Signori Ferraresi molti danni, che si riducono a quattro capi: cioè, primo a' dirupamenti d' argini, ed avanzamenti di froldi; secondo agl' interrimenti, che si fanno su gli scanni dell'Abate a pregiudizio degli scoli del Polesine di Ferrara; terzo al danno delle chiaviche, che si trovano a destra, ed a sinistra del Po Grande, e di Ariano; e quarto all' alzamento di fondo, che dovrebbe farsi nell' alveo del Po medesimo. Ma se si considerano bene tali asserzioni, vedrassi chiaramente, che poco, o nulla rilevano; e primieramente in ordine al primo capo, non sussiste in fatto l' esempio di Panaro, che introdotto in Po basso si porti a percuotere le ripe opposte. Nella visita Borromea si vide una piena di Panaro, e s' osservò, che la di lei torbida tenevasi tutta dalla parte destra del Po, restando per lungo tratto separata dall' acqua chiara dello stesso, Sommario num. 10., e nella visita presente s' è veduta l' acqua di Burana limpida, nell' introdursi che faceva in Panaro correre tutta radente la ripa sinistra di esso, Sommario num. 11. Il Bonello della Stellata è egli effetto d' uno sbocco impetuoso, o pure piuttosto d' un rallentamento di moto? mentre se non s' è cominciato, s' è almeno secondo il detto de' Signori Ferraresi accresciuto, da che non si taglia più l' intestatura del Bondeno. La mutazione del fondo, o sia maggiore corrente ne' due rami, che abbracciano detto Bonello,

cam-

cambiata dalla parte di Figarolo, dove era al tempo della visita Corsini, Sommario num. 12., e rivoltata alla parte della Stellata, come s'è osservato nella visita presente, Sommario num. 13., è certo, che non può derivare da altra cagione, che dall'introduzione dell'acqua di Panaro, che escava dalla parte della sua introduzione, non dalla corrosione della ripa opposta, che non è mai succeduto, nè mai per tale occasione succederà. Or vedasi se le piene del Reno dovessero fare effetto differente, particolarmente se fosse dato sbocco ben aggiustato alla di lui introduzione, per mancanza del quale succedono dirupi di ripe, ed anche d'argini nella parte inferiore di Panaro, che cesserebbero, ogni volta si secondasse la natura de' fiumi, i quali non mai cessano di rodere le ripe della propria foce, fin tanto non se l'hanno aperta in sito, dove trovino minore la resistenza; ed in vano suda l'arte di chi pretende mantenere ostinatamente la Coronella Riminalda, piuttosto che valersi per difesa contro l'acque del Panaro, e del Po d'uno degli argini, che in gran numero si trovano più al dentro delle campagne, altre volte ghiare, e golene dell'ultimo.

Nè meno si avanzerebbero le corrosioni per l'introduzione delle piene del Reno o alla Stellata, o a Palantone, essendo troppo sottile l'argomento delle moltiplicate riflessioni de' froldi dal Bonello della Stellata alla Coronella Riminalda, e da questa al froldo delle Gaselle, essendo certo, che l'impeto nelle tortuosità si rifrange; e perciò non sarebbe maggiore, che se il Po s'alzasse a quel segno, che lo farebbe alzare la sola piena del Reno, la quale rare volte, e non mai verrebbe, che non fosse seguitata da quelle degli altri fiumi, che scendono dall'Appennino; ed essendochè i froldi patiscono nel calare delle escrescenze, il danno, che ne perverrebbe, non sarebbe effetto della piena del Reno, che sarebbe già cessata, ma di quelle degli altri fiumi, che resterebbero dopo di essa; e nè più, nè meno succederebbero, che se il Reno non vi avesse parte. Si rimette poi al giudizio di chi si sia il considerare, se tal riflesso, quand'anche avesse sussistenza, abbia unito tanto di forza da divertire l'esecuzione d'un progetto per tanti capi utile, e necessario.

§. 9. Al secondo capo de' danni, che risultano dagl'interrimenti fatti al Po dalle spiagge del mare, e su gli scanni dell'Abate, si risponde, che gl'interrimenti si debbono considerare o per se medesimi, o in ordine agli

f 2 effet-

effetti, che producono. In se medesimi al certo non sono dannosi, posciachè accrescono terra all' abitazione degli Uomini, e Popoli alla giurisdizione del Principe, due punti unicamente desiderabili; onde il solo danno si ristringe agli effetti, i quali non ponno asserirsi, che due, cioè impedimento di scolo, e perdita, e deterioramento del Ramo, e Porto d' Ariano, o sia di Goro; e rispetto a quest' ultimo, chi considera le memorie antiche, facilmente conoscerà qual sorte di pregiudizio gli sia arrivato. Al tempo della visita Corsini volendo li Periti riconoscere il Po d' Ariano, in tempo che l' acqua era alta sopra la soglia della Chiavica Pilastrese once 5., essendovi entrati dentro con una Peota per il breve tratto di 25. pertiche, si ritrovarono obbligati a tornare indietro per non trovarvi, che un piede d' acqua; ma in questa visita essendo il Po all' istessa altezza, sanno bene l' Eminenze Vostre, che vi si navigò per tutto il tratto con un Bucentoro ben grande, e che il minor corpo d' acqua, scandagliato ad istanza de' Signori Ferraresi, fu piedi 4., Sommario num. 14., e non si trovò non ostante la bassezza dell' acqua impedimento al passaggio in alcuna parte. Ora chi dirà, che il Ramo di Ariano sempre più s' avanzi all' annichilamento, e che il di lui Porto siasi omai interamente perduto, quando dalla medesima visita Corsini si riscontra anche a quel tempo farsi simili richiami, Sommario num. 15., ora non avvalorati da deterioramento alcuno, ma piuttosto, come s' è dimostrato, sminuiti a causa o dell' introduzione del Panaro, o del lasciarsi correre da gran tempo in quà tutte le piene per il solo Po di Venezia, o pure ( che è più credibile ) dall' essersi avanzato con impetuosa corrente il Ramo della Donzellina a togliere di mezzo gli scanni, che una volta gl' impedivano lo sbocco? Effetti tutti, che si farebbero e più grandi, e più solleciti, ogni volta che per l' augumento dell' acque del Reno si rendessero le cause di essi più energiche, ed efficaci?

*Visita Corsini ai 7. 8. 9. 10. e 13. Febbrajo.*

Per accertarsi poi del deterioramento degli scoli del Polesine di Ferrara, egli è d' uopo riflettere la caduta, che essi godono nel Cavo del Barco fino al pelo basso del mare. Questa fu ritrovata nella visita Corsini piedi 13. o. 6. in lunghezza di circa 50. miglia, che viene ad essere per miglio once 3. 1. $\frac{14}{25}$ Ora il tratto del Canal Bianco, per quanto dicono li Signori Ferraresi nella loro Scrittura, s' è avanzato tre miglia; e perciò essendovi in miglia 53. la medesima caduta di prima, distribuita che sia questa nella

destra

destra distanza, ne vengono once 2. 11. $\frac{16}{53}$ per miglio, con differenza di punti 2. $\frac{1}{4}$ poco meno. Se tal differenza di pendìo sia l'origine del deterioramento degli scoli, o piuttosto il non tenere espurgati i condotti dall'erbe, l'impedimento delle quali toglie la velocità, siccome con l'atturamento del condotto si sminuisce lo scarico all'acque, o pure l'interrimento del fondo, sintoma comune di tali piccioli fiumicelli, si rimette a più sano giudizio. In ogni caso non è difficile il rimedio di voltare tutti gli scoli nel Po di Volano, dove avranno tutta quella felicità d'esito, che loro è permessa dalla natura del sito.

*Castelli nella Scrittura sopra le Paludi Pontine.*

§. 10. Passando a' danni, che apporterebbe il Reno alle Chiaviche esistenti nell'una, e l'altra ripa del Po assai esattamente indicate, con l'annoverarvi, non si sa con qual fine, anche quelle de' Ducati di Mantova, Modena, e Parma tanto superiori di sito, si riflette, che le Chiaviche in due casi si tengon serrate; prima, quando si teme di regurgito ne' condotti per causa dell'alzamento del Po; secondo, quando i condotti medesimi sono affatto senz'acqua, Sommario num. *16*. In quest'ultimo caso egli è evidente, che il tener serrate le cateratte non arreca verun pregiudizio; ma nel primo, allora si chiudono, quando l'acqua de' condotti resta più bassa di quella del Po. Per tal cagione è stato deposto da' custodi delle Chiaviche doversi tenere abbassate le Porte 5. *6*. 8. 10. mesi dell'anno, Sommario num. 17.; ed in tale stato qualunque piena venisse nel Reno, non accrescerebbe, nè sminuirebbe il danno, come derivato da altra cosa per innanzi esistente; dunque tutto il male viene ristretto al resto dell'anno, quando le Chiaviche scorrono aperte; ma perchè le piene del Reno sono di pochissima durata, e tanto brevi, che possono replicare in un giorno, Sommario de' Signori Ferraresi num. 4., si vede benissimo qual danno sia questo d'avere ad interrompere qualche volta lo scolo per sette, ovvero otto ore, anzi per minore spazio, se egli è vero, che le escrescenze di Panaro, e del Reno vengano quasi sempre congiunte, col solo intervallo di cinque, o sei ore, che la piena dell'ultimo precede quella del primo, come asseriscono i paesani; ed in oltre perchè la piena del Reno non può venire da se sola, che per qualche accidentalissima cagione, e di estate rarissimi, e forse non mai verrebbero i casi, ne' quali le Chiaviche dovessero chiudersi a di lei sola contemplazione, considerisi di questo argomento la forza: *le Chiaviche*

*stanno*

*ſtanno* 5. *6.* 8. 10. *meſi dell' anno chiuſe*, e non oſtante ſtanno in eſſere i terreni, che per eſſe hanno lo ſcolo: *adunque* ( per dire aſſai ) *dovendo ſtar chiuſe dieci giorni di più*, *i medeſimi terreni ſi perderanno*; e pure così ſi pretende provare nella Scrittura.

Riſpetto poi agl' interrimenti, che ſi fanno nelle piene del Po avanti le porte delle Chiaviche, le quali biſogna levare con qualche diſpendio, biſogna diſtinguere; perchè o ſi farebbero dal ſolo Reno introdotto in Po baſſo, ed allora non potendoſi fare tant' alti da non poter eſſere levati dal ſolo corſo dell' acqua riſtagnata ne' condotti, non darebbero ſpeſa veruna, eſſendo notorio, che allora ſolo ſi slezzano i condotti, quando gl' interrimenti ſi fanno tanto alti, che l' acqua delle Chiaviche non può ſuperarli, ovvero ſi farebbero dalle piene del Po unite quanto ſi voglia a quello del Reno; ed in tal caſo ſarebbe la ſpeſa eguale a quella, che ſi fa preſentemente, e s'è fatta per lo paſſato, s' egli è vero ciò, che è ſtato depoſto nella viſita, Sommario num. 18., che gl' interrimenti ſi facciano in oggi poco meno alti della piena medeſima.

§. 11. Finalmente per convincere, che il Po della Lombardia non è interrito, e che l' introduzione del Reno non potrà cagionarvi, o accreſcervi l' alzamento, baſterebbe addurre quella famoſa regola generale provata così nervoſamente, e diffuſamente da D. Scipion da Caſtro, *che fiume non interriſce fiume*; nondimeno per maggiormente aſſodare tal verità, ſi oſſervi, che i fiumi, che hanno poc' acqua, hanno ancora più caduta naturale, e profondità, e larghezza d' alveo minore, e che all' accreſcerſi di nuove acque s' accreſce altresì e l' una, e l' altra, ma per lo contrario ſi diminuiſce la caduta. Su queſta regola, che ſi riſcontra di eterna verità in tutti i fiumi del mondo, che hanno fondo, e ſponde poſſibili a corroderſi da corſo d' acqua, s' appoggia la ragione della gran profondità, e larghezza del Po di Lombardia, e dalla medeſima ne naſce per neceſſaria conſeguenza, che quanto più i fiumi reali ſi fanno maggiori col dar ricetto a maggior numero di tributarj, proporzionalmente ſi vanno ſempre più allargando, e profondando, e non interrendo, ed elevando il fondo, come ſi vorrebbe far credere foſſe per ſuccedere, introdotto che foſſe 'l Reno nel Po. A queſta ragione, che pure è ſenza replica, non avendo più luogo la diſtinzione de' fiumi torbidi, e chiari, s' accorda mirabilmente l' eſperienza.

Dopo

Dopo che Panaro fu rivoltato interamente al Po, è notorio, che l'alveo di questo a Lago scuro s'è considerabilmente allargato, e lo dimostrano le rovine di qualche fabbrica, e l'esistenza de'due froldi uno a destra, e l'altro a sinistra nella medesima dirittura. Il profondamento egualmente si manifesta dal confronto degli scandaglj fatti nella visita di Monsignor Corsini con quelli fatti nella presente, Sommario num. 19., e da quanto s'è dimostrato di sopra rispetto al ramo d'Ariano. Nè leggier argomento del profondamento dell'alveo si è il vedere, che le massime escrescenze ne' tempi presenti non si elevano più tanto, come facevano ne'più antichi. Al tempo dell'Aleotti si alzavano le piene sopra il pelo basso piedi 20. $\frac{1}{2}$ di Ferrara, che sono di Bologna piedi 21. once 3.; e l'ultima veduta dall'Eminenze Vostre, che pure per confessione di tutti è stata una delle maggiori, non s'è elevata, che piedi 18. sopra la soglia della Chiavica Pilastrese, e sopra il pelo ordinario piedi 1. Anzi se il segno, mostrato all'Eminenze Vostre nel muro dell'ala destra della Chiavica Pilastrese, fu fatto, come s'asserisce, per determinare l'altezza d'una delle piene passate, essendo l'ultima restata sotto detto segno piedi 1. once 7., manifestamente si conosce quanto sempre più s'abbassano l'escrescenze, effetto del maggiore allargamento, e profondità dell'alveo.

Ciò è tanto conosciuto da'medesimi Signori Ferraresi, che in vece di elevare gli argini, come porterebbe l'elevazione asserita del fondo, piuttosto li lasciano logorare dal calpestio, trovandosi in questi tempi molto più bassi, che negli andati, come apparisce da'calcoli, e confronti, che si danno in Sommario num. 20.; ed in oltre si vedono molte soglie di Chiaviche più alte del pelo basso del Po, che secondo le buone regole avrebbero dovuto farsi inferiori al medesimo; e di fatto nel fare la Chiavica nuova alla Masia è stata tenuta la di lei soglia molto più bassa, che non è quella della vecchia, e lo stesso fu praticato alla Pilastrese, la moderna soglia della quale si confessa nella visita Corsini più bassa dell'antica once 19.

Ora se l'abbassamento delle soglie arguisce abbassamento del pelo basso, e questo va accompagnato dal profondamento dell'alveo, bisognerà fare una necessaria conseguenza, che il fondo del Po continuamente si va arando, non già alzando, come da' Signori Ferraresi viene supposto, e si pretende

tende

tende di provare col mezzo de' Bonelli, che si vanno accrescendo, degl' interrimenti delle chiaviche, e della protrazione della linea, argomenti frivoli, e facili da ritorcersi, provando il contrario, sul fondamento che i Bonelli si corrodono nella parte superiore, che quello della Guardia omai si ritrova ridotto al niente, che li froldi continuamente s'avanzano, e si fanno maggiori; dal che si dedurrebbe, che il Po si escavasse; e rispetto alla asserita protrazione della linea, quanto sia ella abbreviata dopo l'abbandono del Ramo delle fornaci, basta vedere una pianta per diffinirlo; ma questi argomenti nulla rilevano per l'una, o l'altra delle opinioni, perchè l'allungamento della linea non si attende ne' canali, che camminano a forza di proprio peso, e senza sensibile declivio, quale è l'alveo del Po dalla Stellata al mare; e le corrosioni, d posizioni, e mutazioni di corso ne' fiumi sono cose altrettanto universali, che accidentali; e perciò niente influiscono nell' alzamento, ed abbassamento del fondo. Per altro poi manifestamente apparisce, che gl' interrimenti delle chiaviche non sono mezzo adattato per provare, che siano per farsene de' simili nel fondo del Po, essendo troppo facile il rispondere, che non sono pari gli effetti dell' acque correnti, e stagnanti.

§. 12. Si è dimostrata fin ora *la necessità*, *giustizia*, *possibilità*, *ed innocenza* della nostra proposta, resta ora da far apparire *la certezza* de' benefizj, che se ne pretendono. Per lo che fare, pare a noi necessario di secondare l' andamento dell' acque del Reno, sommariamente descrivendo i danni, che cagiona per tutto il tratto del suo corso; e senza star a considerare, che il prolungamento della di lui linea dentro le Valli Sanmartina, di Cognola, di Malalbergo, e di Marara, seguìto dall' anno 1604. fino al corrente 1693., ha fatto alzare il di lui fondo molti piedi, Sommario n. 21., e che di nuovo si scaverebbe, introducendosi nel Po, come apparisce da' profili dati in Sommario num. . . . si avanza a vederne gli effetti da Gallino in giù. Quivi subito da una parte si trova la ripa sinistra disarmata d' argini, e perciò nelle piene si versa gran copia d' acqua per una infinità di riazzi, anzi per un continuo svalleggiamento di più miglia nelle Valli del Poggio, ed annesse; dal che ne segue l' inondazione de' terreni situati tra Reno, ed il Canale Naviglio, per non aver esse Valli altro esito, che quello della navigazione presente in larghezza di soli 20. piedi, e dalla parte sinistra si trovano molti froldi a cavaliere della Città, e Fortezza di Fer-

rara,

rara, de' quali tanto si teme per i danni, che ne possono seguire, e pel dispendio continuo in difenderli. Tali danni al certo non si negherà intieramente levarsi colla diversione del Reno. Arrivando poi alla Lama delle Bilacque, e siti adjacenti, si trova la navigazione da Bologna, e Ferrara intersecata, ed impedita a segno di non potersi più in alcuna maniera rimettere, senza levare la causa del di lei interrompimento, ed immediatamente l'intersecamento, ed interrimento del Condotto Lorgana, dal quale ne nascono tanti danni, a' quali sono soggetti i terreni tra la Savena, ed il Canale Naviglio; ed all'uno, e l'altro egli è evidentissimo, che resterebbe intieramente rimediato voltando il Reno al Po Grande. Sotto la stessa ragione cadono tutti i terreni Ferraresi di quà dal Po di Primaro da Vigarano sino alle Cacupate, oltre il rendersi capaci di cultura tanti boschi, e tante valli di poco fondo adjacenti al corso presente del Reno.

I disordini dell'alveo di Savena provengono dal dosso del Penna, che ha di caduta sul pelo alto di Primaro piedi 8. 3. 8., Sommario num. 22., della quale, considerata quella, che ha sul fondo del medesimo, questo fiume non gode di sort'alcuna, restando perciò elevato di fondo sopra il piano delle campagne piedi 8. 9. 3. Sommario num. 23.; onde levati che fossero gl'impedimenti, tanto basterebbe per rimediare al danno di quei contorni.

E' giustificato nella visita, Sommario num. 24., che il gurgito dell'acque del Reno si estende correndo all'insù per la Zenetta, Zena, o Fiumicello nelle valli di Diolo, e sino nelle larghe di Bagnara; e questo cesserebbe con la mancanza dell'acque di esso.

Le Valli di Marmorta bevono abbondantemente l'acque del Po di Primaro nelle piene di esso fatte dal Reno, e da Savena, Sommario num. 25.; e quando non vi fossero le prime, alle quali le seconde non hanno sensibile proporzione, si consideri di quanto si diminuirebbero le Pavesane di Marmorta; e perciò quanto renderebbesi felice l'esito agli scoli, che vi mettono dentro, e quanti terreni per tal cagione si scoprirebbero ora inondati, quanti se ne sanerebbero ora ammalati per lo deterioramento degli scoli! Quanto timore si leverebbe agl'Interessati nel Polesine di S. Giorgio, liberandoli dalle sorgive, che si renderebbero molto minori a cagione del minore alzamento, e più breve durata dell'escrescenze del Po di Pri-

maro! Le ſteſſe conſiderazioni s'adattano alle valli di Buon'Acquiſto di Ravenna, e del Paſſetto, le quali liberate che foſſero dalla ſoggezione preſente di ricevere l'eſpanſioni del Po d'Argenta, parte ſi ridurrebbero ad ogni più perfetta cultura, e parte ſi renderebbero maggiormente capaci di ricettare gli ſcoli di tutta la Romagnola, e di parte del Ravegnano. Conſiderabile ſarebbe l'utile della Città, e Valli di Comacchio; poichè l'arginature a ſiniſtra del Po medeſimo reſterebbero ſcariche dal grave peſo dell'acque, ſotto il quale con tanto pericolo, e sì lungamente gemono di preſente.

Per altro non è nè deſiderabile, nè fattibile aſciugare tutte le Valli; non il primo, perchè queſte ſervono in vece di picciolo mare, per dare un temporaneo ricetto agli ſcoli, durando le piene de' fiumi; e non il ſecondo per la poca caduta, che hanno al mare in proporzione della diſtanza; e di fatto i Signori Romagnoli, che intendon bene il proprio intereſſe, non ſi curano di bonificare i reſidui, non oſtante abbiano deſiderato tal bonificazione per lo paſſato; e perchè ora ſufficientemente l'hanno ottenuta, hanno ſolo in animo di liberarſi dall'eſpanſioni, che troppo, e fuori d'ogni ragione li tormentano, come appariſce da' loro Memoriali preſentati alle EE. VV., e regiſtrati nella viſita a C.

Da ciò appariſce con quanta ſicurezza d'eſito felice foſſe per farſi la rimozione del Reno dalle Valli, che da noi con ogni maggior fermezza ſi crede non eſſere durabile, che con l'introduzione del Reno nel Po di Lombardia per le ragioni addotte, e da addurſi ſecondo le congiunture; e che la bonificazione, che ſe ne ſpera, ſia per riuſcire a proporzione del biſogno, ſecondo anche il ſentimento dell'iſteſſo Aleotti, che tanto diſſe, ed operò in benefizio del Territorio di Ferrara ſua Patria.

Si conchiude, che l'introduzione del Po di Lombardia nel Ramo di Ferrara, quando ſia poſſibile a farſi, non s'impediſce, nè difficulta con le noſtre Propoſizioni, particolarmente quando doveſſe cominciarſi incontro il Bonello di Ravalle, a tenore del ſentimento dell'Aleotti, come il meno difficoltoſo in tal propoſito; anzi piuttoſto ſi faciliterebbono, ſe foſſe vera alcuna delle Propoſizioni aſſerite nella Scrittura de' Signori Ferrareſi, delle quali non vogliamo ſervirci, ſapendo bene, che gli argomenti *ad hominem* non vincono la natura. Ci diſpiace bene, che i medeſimi Signori Ferrareſi ſi dolgano, che le noſtre Propoſizioni condannino eſſi ſoli a patire,

quaſi

quasi che questo sia l'oggetto de' nostri pensieri, e non piuttosto il benefizio comune, che tanto ci sta nell'animo; e quando la natura, e la giustizia lo richiedessero, non devono essi essere così poco affezionati al bene degli altri, che li desiderino egualmente legati da quelle soggezioni, che in tal caso non sarebbero che proprie della natura del sito.

# SCRITTURA
# DI DOMENICO GUGLIELMINI
## Sopra l'articolo primo.

### *Con qual metodo si debbano delineare le linee cadenti alle nuove inalveazioni ec.*

Si risponde da' Bolognesi doversi praticare in ciò lo stesso metodo, che osserva la natura in formare, o stabilire il fondo a' fiumi.

Primo, egli è certo, che gli alvei de' fiumi hanno una certa pendenza, la quale tanto è loro propria, che perdendola, immediatamente la racquistano colla deposizione della materia arenosa, e limosa nel fondo, ed acquistandosene, o dandosegliene di vantaggio, ben presto lasciano il superfluo coll'escavazione del fondo nelle parti superiori.

Secondo, tal pendenza non è la stessa in tutti i fiumi, ma più grande in quelli, che hanno meno acqua, e minore in quelli, che ne hanno più: così il Po ha poche once di pendenza per miglio; più assai ne ha il Reno, ed anco più ne ha la Savena, e i piccoli canaletti de' mulini ne richiedono tanta, che non possono mantenersi se non con escavazioni continue.

Terzo, quando i fiumi hanno l'ingresso nel mare, o in altro fiume reale, spianano la propria superficie su quella del mare, o fiume recipiente: v. gr. sia A B il pelo d'un fiume, che sbocchi in Po, di cui sia B C la superficie; egli è certo, che il pelo del fiume A B va ad unirsi con quello del fiume recipiente B C, in maniera che nel punto B dell'unione tutta la pro- *Tav. 19, Fig. 2.*

profondità del fiume influente, come B D, bisogna necessariamente, che resti sotto la superficie dell'acqua B C.

Su queste tre osservazioni si appoggia il modo ricercato di delineare le linee cadenti; poichè prima bisogna stabilire l'orizzonte alla superficie B C in sito il più basso, che sia mai possibile, v. gr. la somma bassezza del Po, e del mare; e la ragione è manifesta, perchè si danno tali casi, ne' quali il fiume, che entra, può correre grosso, in tempo che l'acqua, che riceve, sia bassissima.

Sotto il pelo basso di questo si dee dare tanta profondità al fiume influente A B v. gr. B D, quanta esso richiede per spingere l'acque proprie nell'altro.

Si dee dipoi accertare la pendenza del fiume, che si vuole inalveare, e questo in sito, dove il fiume non riceva più nuova acqua, ma abbia tutta quella, che dee portare da lì in giù; ed avutane la misura giusta dal punto D stabilito, si dee tirare una linea all'insù, che abbia tanto di pendenza, quanto l'osservazione ha mostrato esser necessaria al fiume, di cui si tratta.

Ciò fatto, si dice, che questa sarà la cadente ricercata; perchè se ne fosse fatta un'altra, che avesse maggior pendenza, certo è per la prima osservazione, che il fondo maggiore si scaverebbe, e se l'avesse minore, s'eleverebbe: non avendola adunque nè maggiore, nè minore di quello che bisogna, comecchè dedotta dall'osservazione del fiume istesso, resterà nello stato, che se gli darà, senza elevarsi, o profondarsi; adunque il fondo della nuova inalveazione si disporrà secondo la situazione di tal linea, che si chiama da' Periti cadente del fondo del fiume, e restando essa sopra il piano di campagna in un profilo di livellazione ben fatta, anche il fondo del fiume sarà lo stesso in fatto, siccome resterà sotto il piano della medesima, ogni volta che la cadente del profilo in tal maniera lo mostri.

Dal detto si arguisce, che il termine certo delle cadenti è nella parte inferiore, e nello sbocco del fiume, restando il termine superiore incerto, come quello, che nasce dall'intersecazione delle diverse cadenti di maggiore pendenza, che s'incontrano nelle parti superiori, siasi o per diminuzion di corpo d'acqua, o per condizione di materia più grossa portata dal fiume, e perciò essere erroneo qualunque metodo riceva due termini fissi da

con-

connetterſi con una linea retta, comecchè per ciò fare non ſi ha alcuna riflessione alla caduta, la quale pure è tanto neceſſaria da conſiderarſi, eſſendo oſſervata dalla natura con tanta eſattezza.

# SCRITTURA

## *De' Bologneſi ſopra il foglio eſibito da' Signori Ferrareſi circa li punti terzo, quarto, e quinto, che ſono:*

I. L'unione di Reno con Panaro.
II. Lo sbocco, e danni, che ne poſſono provenire.
III. Se il Panaro dopo la ſua introduzione abbia ſcavato.

*Al §. In primo luogo ec.*

S' Avverte, che non contiene coſa concernente ad alcuno de' tre punti; ma al primo de' propoſti di già eſaminato, ed in parte ad altri non ancora diſcuſſi.

*Al §. In ſecondo luogo ec.*

L'unione dell'acqua del Reno con quella del Panaro non farà l'effetto nell'elevazione dell'acqua, bensì nel profondamento, ed allargamento dell'alveo; poichè dovendo l'una, e l'altra ſpianarſi ſul pelo della piena del Po, e dovendo, quanto maggiore è il corpo d'acqua, eſſere tanto minore la caduta non ſolo del fondo, ma della ſuperficie medeſima, ne ſegue, che ſe ſi laſciaſſe l'opera alla natura medeſima, ben preſto ſi proporzionerebbe l'alveo in larghezza, e profondità tale da non provare il temuto alzamento; ma ciò non ſi vuol fare, anzi ſi penſa allargare tanto l'alveo di Panaro dal Bondeno in giù, che la natura abbia piuttoſto a riſtringerlo per ſoverchia larghezza, che ad elevarſi l'acqua per troppa anguſtia di letto.

Si concepiſcano gli alvei del Reno, e Panaro camminare diſuniti, ma vici-

Tav. 19. Fig. 3. vicini uno all'altro, e paralleli negli andamenti: v. gr. A C B sia Panaro, D E F Reno, l'uno, e l'altro ha larghezza sufficiente a portare le proprie acque; e siano divisi, v. gr. con un argine, come G H I, e suppongasi, che l'uno, e l'altro siano nelle proprie piene; certa cosa è, che essendo di pendenza uguale, come costa dalle livellazioni, cadranno sul pelo del Po, qualunque sia, con egual pendenza, e per conseguenza con elevazione di pelo eguale, e se vi dovrà essere qualche differenza, sarà minore quella del Reno di quella di Panaro, per essere maggiore di corpo. Intendasi ora levato di mezzo l'argine G H I, in maniera che l'uno, e l'altro diventino un sol fiume; certa cosa è, che non perciò l'acqua si eleverà, ma piuttosto si abbasserà, se non per altro, per esserle levate le resistenze laterali dell'argine G H I, e ridurrassi in G H I il filone dell'acqua, che prima era in A C B, ed in D E F; e come più lontano dalle resistenze delle ripe, si farà più veloce, e profonderà più l'alveo di quello prima potessero fare i filoni A C B, D E F; profondato l'alveo, si abbasserà il pelo necessariamente; e perchè la larghezza in tal caso viene ad essere maggiore del bisogno, comecchè proporzionata a due fiumi con duplicate resistenze, e di profondità minore, quindi rallentandosi il moto alle sponde, vi seguiranno deposizioni, ed alluvioni, che s'avanzeranno verso il mezzo, fin tanto che trovino nell'acqua il moto tanto gagliardo, che ne impedisca la prosecuzione; e questo sarà il termine del necessario restringimento; e facendosi nell'atto del restringimento sempre maggiore la profondità, finalmente cessando il restringimento, cesserà altresì il profondamento, ed allora sarà reso l'alveo proporzionato a l'acque proprie. Da ciò evidentemente si deduce, primo, che i fiumi, quando s'uniscono nelle piene, s'abbassano di pelo, non si elevano, trovando l'alveo proporzionato; secondo, che escavano il fondo proprio; e terzo, che non hanno bisogno di larghezza eguale all'uno, e l'altro de' fiumi confluenti, bastando essa molto minore.

Se si dubitasse della verità di questa Proposizione, si consulti l'esperienza, e l'osservazione de' fiumi in casi simili, e se ne avranno sempre uniformi i riscontri.

Cessando perciò l'alzamento dell'acqua e in Panaro, ed in Reno, cessa altresì del pari la necessità di elevare gli argini di questo, e conseguentemente il pericolo delle rotte, che se ne deduce.

Al

*Al §. In terzo luogo ec.*

Spettando questo §. al punto da esaminarsi: *se gli argini della nuova linea siano soggetti a prossimo pericolo di rotte*, si differisce a quel tempo la risposta.

*Al §. In quarto luogo ec.*

Questo pure contiene materia aliena dalla presente, e però si lascia.

*Al §. In quinto luogo ec.*

Si ripete lo stesso.

## Circa il secondo punto, cioè

### *Dello sbocco, e danni, che ne possono provenire.*

*Al §. In primo luogo ec.*

NOn concerne a questo punto; ma perchè ha relazione all'antecedente, si dice, che introdotto il Reno in Panaro, non solo non deteriorerà lo stato delle chiaviche di Burana, S. Bianca, Cantagallo ec., ma le migliorerà per lo maggiore abbassamento di fondo, che vi cagionerà. Se valesse l'argomento di questo §., cioè: *si tratta di aggiugnere l'acqua del Reno al Panaro; adunque lo stato delle Chiaviche, che scolano in quest' ultimo, si renderà più infelice, che ora è*, varrebbe *a fortiori* anco quest' altro: *si trattava già di tirare l'acqua del Po grande nell'alveo di Ferrara, ed unirla a quella di Panaro; adunque, se ciò si fosse eseguito, si sarebbe non deteriorato, ma perduto affatto l'uso delle chiaviche, che sono sulle ripe di Panaro, e del Po di Ferrara*. Eppure tale introduzione si meditava, non solo per benefizio della navigazione, ma molto più per restituire lo scolo a tante terre, che l'aveano perduto. Leggasi la relazione del Padre Spernazzati, e deducasi, se la nostra sopra allegata dimostrazione concordi col fatto, e col sentimento de' medesimi Signori Ferraresi.

*Al §. Secondariamente ec.*

Le rotte, che ſuccedono negli argini per eſſere troppo baſſi, ſono colpa di chi ne dovrebbe aver cura; ma quando ſono queſti tanto alti, che baſtino a contenere l'altezza delle piene di Panaro, molto più baſteranno per contenere quelle di Panaro, e Reno unite, alle ragioni di ſopra addotte, e colle operazioni neceſſarie da farſi.

*Al §. In terzo luogo ec.*

Si niega, che l'alveo di Panaro ſiaſi interrito dalla viſita Corſini ſino al giorno preſente, e s'è manifeſtamente provato il contrario con oſſervazioni immediate, e calcoli nella noſtra riſpoſta a queſto punto al §. *Quinto ſi conviene dal confronto ec.*, onde ſi ſtima neceſſario riſpondere agli argomenti equivoci, che ſi adducon per moſtrarlo. Vacillando però la verità del ſuppoſto, non può ſtar ferma la conſeguenza, che ſu quella s'appoggia, cioè che doveſſero creſcere gl' interrimenti per l'unione di Reno tanto più torbido; conſiderazione, che non ha che fare in queſto caſo, dove con accreſcere della torbida ſi rende tanto maggiore la velocità, nemica capitale delle depoſizioni.

*Al §. In quarto luogo ec.*

Il rigurgito del Reno per l'alveo di Panaro di ſopra dell'introduzione farebbe lo ſteſſo effetto, che quello del Po nel medeſimo dalla Stellata al Bondeno ec.; ſe il rigurgito di Po ſoſpendendo, e ritardando il moto a Panaro, gl'interriſce l'alveo, ſuccederà lo ſteſſo di quello di Reno; e ſe ſeguendo qualche depoſizione allo ſcemarſi che fanno i regurgiti, eſſa di nuovo ſi abrade dal fondo, che in tal maniera ritorna nel ſuo priſtino ſtato, il medeſimo per appunto farà nelle piene del Reno. Generalmente però in tutti i fiumi confluenti il primo, che viene, rigurgita all'indietro per l'alveo del ſecondo; ma perchè trova l'alveo maggiore del ſuo biſogno, reſta più baſſo di ſuperficie, dilatandoſi l'acqua in larghezza. Sopraggiugnendo poi la piena dell'altro, ſi eleva all'altezza, che è propria all'eſcreſcenze unite, la quale, come maggiore di quella del primo, mette in moto l'acqua del rigurgito, e con eſſa s'incammina al ſuo termine, levando gl' inter-

interrimenti, se ne sono stati fatti nell'alveo proprio; effetto, che molto più succede al cessare della piena prima arrivata, seguitando anche la seconda. Ciò si vede in tutte le confluenze de' fiumi stabiliti, e senza andar molto lontano, in quella di Panaro col cavamento di Foscaglia, di Reno colla Samoggia, di questa col Lavino, del Sillaro con la Salustra, del Reno col Montone, di questo colla Cosna ec.; e benchè questo sia un piccolo rigagnoletto in proporzione del suo recipiente, non si lascia però interrire da' rigurgiti l'alveo proprio. Si oblitererebbero gli alvei tutti de' fiumi, se succedessero interrimenti per la supposta cagione.

Rispetto poi agli sbocchi e della nuova linea nel Po di Ferrara, e di questo in Panaro, quando si vedesse, che li disegnati non riuscissero bene in fatti, si potranno aggiustare, obbliquando, ed incurvando le linee nel loro termine, secondo i bisogni.

*Al §. In quinto luogo ec.*

Quì troviamo un argomento *ad hominem*, che ha premessa una delle nostre Proposizioni del primo foglio dei 17. Luglio, e per conseguenza una Iliade di mali, che non mai la maggiore. La nostra Proposizione è, *che i fiumi maggiori di corpo d'acqua abbisognano di minore pendenza*, o, *come vogliono* i Signori Ferraresi, *cadenza*, o per meglio dire *pendìo;* la conseguenza poi, che se ne fa, è: *adunque unito il Reno a Panaro, perchè formerà corpo d'acqua assai maggiore, non avrà bisogno di tanta caduta* (sin quì concediamo): *dunque s'eleverà la cadente, e però interrirà il suo fondo nella parte inferiore all'unione, danno, che ne partorirà molti altri ec.*

Se si fosse avvertito ciò, che da noi fu soggiunto nel foglio citato al §. *Sotto il pelo basso ec.*, ed al §. *Si dee poi accertare ec.*, e specialmente alle parole: *dal punto B stabilito si dee tirare una linea all'insù, che abbia tanto di pendenza (o più propriamente acclività) quanto l'osservazione ha mostrato essere necessaria al fiume, di cui si tratta ec.*, si sarebbe conchiuso tutto il contrario, perchè unendo maggior corpo d'acqua, lo sbocco in Po si farà molto più profondo di quello, che ora è; dovendo pertanto da un punto più basso cominciare a formarsi la cadente, e con minor pendìo, o acclività di prima, dovrà essa restare molto più profonda, che antecedentemente non era, e non molto più alta, come contro di noi si

vorrebbe concludere. Levatasi per tanto di mezzo la verità del conseguente, cessa l'occasione d'inferirne il danno supposto, *che ne partorirà molti altri, augumentando sempre più ec.* con quello, che segue.

## Circa il terzo punto.

### *Al §. Se il Panaro ec.*

IL tendere dello sbocco di Panaro più a seconda, che contr'acqua, è una comparazione, che non toglie i mali effetti, i quali partorisce uno sbocco mal regolato, e li quali tanto dureranno, quanto si tarderà a dargliene uno buono positivamente, come abbiamo dimostrato nella nostra risposta al primo de' punti propostici.

Se poi sia stato bene, o male il voltargli lo sbocco a sinistra, noi non entriamo a definirlo; crediamo solo, che non vaglia l'argomento: *Il Panaro sboccando nel Po contr'acqua, fa de' danni gravi; adunque voltandolo a seconda, aprirà una voragine*; perchè più ragionevolmente si dovrebbe concludere al contrario; *adunque dandogli un buono sbocco a seconda, cesseranno i danni.*

### *Al §. Seguendo poi ec.*

Se si stima orrore il veder correre Panaro contro il filone del Po, perchè mai spendere cinque mila scudi per essere spettatori di questa tragedia?

### *Al §. S'aggiungono ec., ed al §. Susseguiscono ec.*

Si risponderà, quando si tratterà della materia, che contengono.



SCRIT-

# SCRITTURA

## De' Bologneſi ſopra ai tre Articoli propoſti.

*I. L'unione di Reno con Panaro, e riflessioni, che poſſono cadere per quel tratto.*

*II. Lo sbocco, e danni, che poſſono provenire dal medeſimo.*

*III. Se Panaro dopo la ſua introduzione in Po abbia ſcavato, o riempito il proprio alveo, e quali effetti da tale introduzione ſiano ſeguiti.*

AL primo Articolo ſi riſponde primo, che l'unione del Reno non può partorire effetto veruno pregiudiciale per diverſi capi.

Primo, perchè s'uniſcono tanti altri fiumi aſſieme, e non per queſto reſtano di correre o inalveati, o rinchiuſi fra' ſuoi argini, ſenza pericolo d'inondazioni, o di rotte, particolarmente quando gli sbocchi ſono a ſeconda delle correnti. Li fiumi Ronco, e Montone correvano in mare ſeparati uno dall'altro, e nel tempo che la Serm̃a Repubblica di Venezia era padrona di Ravenna, furono uniti aſſieme per fortezza della Città. Or dicaſi, che danno ne ſia proceduto.

Secondo, perchè in conformità delle oſſervazioni fatte dagli abitatori del Bondeno, la piena del Reno precede ſempre di ſei in ſette ore quella del Panaro, e perciò la prima ſarebbe ordinariamente ceſſata nel ſopravvenire della ſeconda.

Terzo, perchè potrebbe proporzionarſi la larghezza dell'alveo, in maniera che foſſe capace dell'acque unite dell'uno, e dell'altro, maſſime che la diſtanza degli argini deſtro, e ſiniſtro, alle volte regolata dal corſo di tutto il Po, non laſcia timore veruno d'avere a ritirare indietro gl'iſteſſi, particolarmente ſe ſi faceſſe il taglio propoſto, che viene ad eſſere delineato nel bel mezzo fra l'uno, e l'altro degli argini.

Si risponde in secondo luogo, che ridonderebbe in gran vantaggio per molte ragioni.

Primo, l'unione de' due fiumi farebbe profondar l'alveo presente anche di sopra dell'unione, come generalmente s'osserva in casi simili; perciò le Chiaviche di Burana, e S. Bianca acquisterebbero di caduta sul fondo di Panaro.

Secondo, s'aprirebbe maggiore, e più profondo lo sbocco nel Po; e perciò quando venisse una sola piena, si scaricherebbe con maggior felicità, nè si alzerebbe tanto, come adesso, nelle parti superiori, attesa la maggior larghezza, e profondità dell'alveo, e dello sbocco.

Terzo, con i taglj proposti si leverebbero diversi froldi, che ora mettono in pericolo gli argini, ed in timore il Polesine, e Città di Ferrara, e con la brevità, e rettitudine della linea si darebbe miglior corso, ed esito più felice alle piene.

Quarto, s'avrebbe più felice la navigazione tanto per Panaro verso Modena, quanto per Reno verso Bologna, almeno sino a Cento, con utile manifesto di questa Terra.

Quinto, con l'altro taglio proposto dal Sig. Cardinale Capponi non solo si migliorerebbe lo sbocco a Panaro, ma si ridurrebbe il Bondeno in buono stato di difesa.

Al secondo Articolo proposto si soddisfà col dire, che generalmente tutti i fiumi influenti, acciò abbiano felicità di corso in se stessi, e non impediscano quello del recipiente, debbono avere lo sbocco quanto più si possa a seconda della corrente di questo; e la ragione si è, che i moti tanto meno s'impediscono l'un l'altro, quanto minore è l'angolo, che fanno le loro direzioni; ed esercitandosi i moti tutti verso quella parte, dove minori si fanno, o trovano le resistenze, s'equilibrano queste colle forze in tutte l'altre parti, ed allora si mantiene la direzione immutabile; v. gr. se il Po corre da A in B, ed il Panaro v'entri dentro in C colla direzione D C, diciamo, che non potrà mantenerla, ogni volta che dentro l'angolo D C B vi sia una sponda possibile a corrodersi: posciachè la forza A C incontrando la D C ad angolo retto, obbligherà sempre la D C a mutare direzione, che sempre inclinerà alla parte B più, o meno, secondo la proporzione della forza A C alla D C; e se la resistenza della sponda D C B

*Tav. 19. Fig. 4.*

sarà

farà minore della forza, colla quale D C è rivoltata all' ingiù, dovrà essa cedere, e dirupare la ripa, e per conseguenza ridursi la corrente di Panaro in D F, la quale incontrando la A C, ovvero A F con angolo minore di prima, conseguentemente viene a sminuirsi la potenza di A F, ed accostarsi più all' equilibrio colla resistenza della sponda D F B; e perchè col rendersi sempre minore l' angolo, cala la forza, e la resistenza sempre resta la stessa, verrà una volta a pareggiarsi questa con quella, come in D E B; ed allora resistendo tanto la tenacità del terreno, quanto opera la forza dell' acqua per diruparlo, cesserà ogni sconcerto, e corrosione nello sbocco.

S' accorda questa dimostrazione con quello, che s' osserva in tutti i fiumi, che hanno l' ingresso in altri, ed al sentimento universale di tutti gli Architetti dell' acqua.

E da esso si conchiude, che Panaro durerà a corrodere le ripe del proprio sbocco, fin tanto che se lo farà aggiustato, e che molto meglio sarebbe, in vece d' ostinarsi a voler sostenere la Coronella Riminalda, d' accomodare al detto fiume lo sbocco ec., come s' è detto nella nostra ultima Scrittura, e come abbiamo motivato nella proposta della quarta linea, circa la quale cade ora il principal discorso.

Il terzo Articolo si risolve distinguendo; perchè o si parla di Panaro, prima che proporzionasse l' alveo del Po di Ferrara dal Bondeno alla Stellata al corpo dell' acque proprie, e si concede esser seguito e alzamento di fondo, e ristringimento d' alveo, non solo perchè si sa ciò esser seguito, ma anco perchè ciò è coerente alla natura de' fiumi torbidi; ma ciò stante non si può dire, che abbia interrito l' alveo proprio, bensì che interrendo quello di Ferrara, se lo ha proporzionato senza avanzarsi in tal funzione un pelo di più di quello portava la misura dell' acque proprie.

O pure s' intende l' articolo dopo seguito tal proporzionamento d' alveo, e si risponde non esser seguita veruna sensibile alterazione nell' alveo di Panaro, e ciò si prova.

Prima, perchè non s' ha alcun indizio di tale elevazione di fondo.

Secondo, perchè a tenore della natura de' fiumi stabiliti, quale è Pana. ciò non può, nè dee succedere, perchè supposto lo stabilimento, non si trova causa veruna, che possa partorire tale effetto.

Terzo

Terzo si convince dal confronto delle misure prese nelle visite Gaetana, Corsini, Borromea, e presente.

Nella visita Gaetana il dì 21. Settembre 1605. si ha il fondo di Panaro al Bondeno più alto della soglia della Pilastrese piedi 4. 7. 6.

La soglia della Pilastrese vecchia era più alta della nuova piedi 1. 7. 0.

Adunque il fondo di Panaro era più alto della soglia della Pilastrese nuova piedi 6. 2. 6.

Nella visita Corsini 14. Gennajo 1625.

Si trovò il fondo di Panaro al Bondeno più alto della soglia della Pilastrese nuova piedi 5. 9. 6.

Adunque dal 1605. al 1625. il fondo di Panaro si sarebbe escavato piedi 0. 3. 0.

Nella visita Corsini il dì predetto

Si trovò il fondo di Panaro più alto della soglia della Chiavica di S. Giovanni piedi 0. 5. 0.

Nella visita Borromea 28. Ottobre 1658.

Si trovò il fondo di Panaro più basso della soglia di San Giovanni piedi 0. 2. 0.

Dunque dal 1625 al 1658. si sarebbe abbassato il fondo di Panaro piedi 0. 7. 0.

In altro luogo di questa visita 29. Ottobre 1658. si trova il fondo di Panaro più alto della soglia di S. Gio: piedi 1. 3. 6.

Dunque il detto fondo si sarebbe alzato piedi 0. 10. 6.

Nella visita ultima gli 11. Maggio 1693.

S'è trovato il fondo di Panaro più alto della soglia di S. Giovanni piedi 0. 8. 0.

Paragonando questo fondo colla prima misura della visita Borromea, si sarebbe elevato il fondo piedi 0. 10. 0.

E paragonandolo colla seconda, si sarebbe scavato piedi 0. 7. 6.

Dalla Relazione, e visita di Monsignor Corsini 3. Aprile 1625. si ha, che il fondo di Panaro era più basso del fondo del Cavo Serra piedi 5. 0. 0.

Dalla

Dalla visita presente 12. Febbrajo 1693. si ha in detto luogo il fondo del primo più basso del secondo in misura di Ferrara piedi 7. 0. 7.

Dunque il fondo di Panaro dal 1625. al 1693. si sarebbe profondato piedi 2. 0. 0.

Dai quali alzamenti, ed abbassamenti, che derivano da' dossi, e gorghi, ne' quali sono state prese le misure, evidentemente apparisce, che il fondo di Panaro non ha patito in tutto questo secolo alterazione veruna essenziale, ma solo qualche variazione accidentale, della quale non si può dar regola veruna.

Molti altri simili riscontri si potrebbero addurre in prova di questa verità; ma bastando gli addotti, si tralasciano con animo di farlo ad ogni semplice cenno.

# SCRITTURA

## *De' Bolognesi circa la replica de' Ferraresi alla loro risposta agli Articoli Terzo, Quarto, e Quinto.*

***Al §. Al primo capo ec.*** SI desidererebbe sapere la disparità tra 'l Reno, Panaro, e gli altri fiumi, per vedere se fa a proposito della presente materia; e lo stesso si replica in ordine all'ingresso in Po Grande.

***Al §. Circa poi ec.*** La rotta seguita nel Montone l'anno 1636. ec. come mai si prova essere proceduta dall'unione di questo col Ronco? Vi sono altre cause delle rotte de' fiumi, senza la supposta ora da' Signori Ferraresi, come è noto ad ognuno.

***Al §. Il Ronco ec.*** L'essere alto il fondo del Montone più di quello del Ronco non procede dall'esser trattenute l'acque del primo più di quelle del secondo, ma dalla regola generale più volte allegata da noi, cioè che i fiumi minori hanno bisogno di maggior caduta che i fiumi più grandi; e concorda benissimo col fatto presente, perchè si confessa, che il Ronco è di corpo d'acqua maggiore del Montone.

***Al §. Perchè dunque ec.*** Si confessa, che l'istesso fatto succederà in Reno, e Panaro, uniti che fossero assieme, cioè che il fondo di Reno in

parità

parità di condizioni farà fempre più baffo del fondo di Panaro, fe pure egli è vero, che quefto fia minore di quello; ma s'aggiunge, che l'uno, e l'altro fi fcaverà più di quello foffe per effere, andando ciafcuno feparatamente al Po.

*Al* §. *Al fecondo capo ec.* La verità del fatto fi rimette alle offervazioni. Certo è, che da noi più d'una volta s'è udito dire da' Bondenefi, che il Reno viene colle fue piene fei ore prima di Panaro, e non abbiamo avuto difficoltà a creder loro, perchè il Padre Riccioli afferifce la fteffa differenza nella Geografia riformata lib. *6.* cap. *3.* *Primo enim acqua perennis Panari copiofior eft quam Rheni, ejufque excrefcentiæ, feu pleniflu-via, vulgò* le piene, *citius perveniunt, & horis fex circiter præveniunt Rheni pleniflu-via.* Per altro il dire, che Panaro venga prima di Reno, o quefto prima di Panaro, non porta alcuna diverfità nella foftanza.

*Al* §. *Quanto al terzo capo ec.* Un alveo proporzionato a un corpo maggiore refta tanto più capace d'un corpo minore; onde quando veniffe un folo de' fiumi, fuppofto che lafciaffe anche qualche depofizione nell'alveo comune, all'arrivare delle piene unite fubito fi fgombrerebbe ogn'impedimento. S'offervino altre fimili unioni, e gli effetti di effi fi trafportino al cafo prefente.

*Al* §. *Che il primo ec.* Quando fi addurranno le ragioni contrarie al detto da noi, non mancheremo d'applaudire, purchè fiano coerenti al fatto, ed alla natura de' fiumi.

*Al* §. *Si replica ec.* Non intendiamo ciò, che fi voglia inferire.

*Al* §. *Al terzo fuppofto ec.* Se foffe vera la dottrina allegata, non bifognerebbe mai far taglio veruno; e pure gli Autori li approvano per rimedio reale delle corrofioni, e non fi difapprova la pratica de' Signori Ferrarefi, che l'anno paffato ne fecero due in Panaro, ed altri in altri tempi, e ne hanno propofti con fommi encomj in altre occafioni. Rifpetto allo sbocco, di già abbiamo detto il noftro fentimento.

*Al* §. *Alla quarta utilità ec.* Se fi fcaveranno gli alvei di Panaro, e di Reno, per qual cagione non vi farà maggior corpo d'acqua, e per confeguenza migliore la navigazione? Certo per Panaro fi va verfo Modena, e per Reno verfo Cento; e noi non abbiamo mai detto, che fia per facilitarfi la navigazione di fopra del Finale, nè che fi debba aver

tutto,

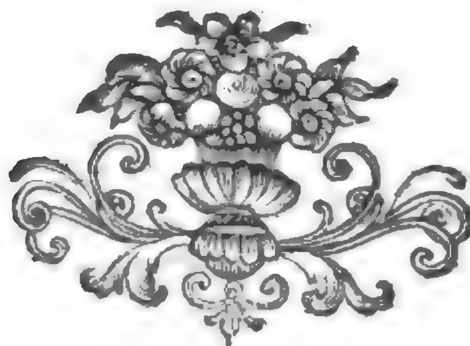
tutto, ed in tutti gli ſtati dell'acqua, ma ſolo che ſi renderà migliore in paragone di tutti gli ſtati.

## *Circa la replica ſopra la materia del ſecondo articolo.*

*Al §. Ammettendo ec.* Senza recedere dal noſtro ſentimento in ordine allo sbocco di Panaro, ed alle applicazioni delle noſtre ragioni al caſo di eſſo in concreto, ma ſenza contraſtare più oltre circa queſta materia, diciamo, che ſe i Signori Ferrareſi ſtimano utile il portare la corrente di Panaro a rintuzzare quella del Po a cagione de' vantaggi allegati, molto più la rintuzzerà l'acqua di Reno unita con quella di Panaro; e perciò più facilmente otterranno il loro intento dall' unione di queſti due fiumi.

## *Circa la replica ſopra la materia del terzo Articolo.*

Non ſi ſtima neceſſario aggiungere coſa alcuna al di già detto, pretendendo noi d'aver ſufficientemente provato con miſure autentiche, dedotte dalle viſite, non eſſer ſeguita veruna alterazione nel fondo di Panaro dall'anno 1625. fino al corrente 1693., che ſia delle cauſe del proporzionamento dell' alveo, degli allargamenti, e riſtringimenti del medeſimo ec.



# RISPOSTA

## *De' Bolognesi sopra li punti sesto, e settimo della linea del Po grande alla precedente Scrittura de' Ferraresi.*

## Annotazioni de' Bolognesi sopra il foglio esibito da' Signori Ferraresi circa li punti sesto, e settimo, che sono:

*I. Se gli argini della nuova linea saranno esposti a prossimo pericolo di rotte o per le piene del Reno, o per i regurgiti del Po.*

*II. Se le terre di Cento, Bondeno, e Stellata per la separazione del rimanente del Ferrarese resteranno dannificate.*

## Circa il primo.

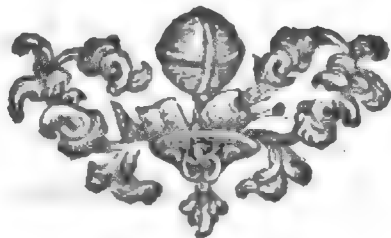
*Al §. all' Articolo primo.* QUante volte è stato detto, e replicato da' Signori Ferraresi, primo, che l'alveo della nuova linea sia per riuscire superiore di fondo al piano delle Campagne: secondo, che siano per mancarvi le restare; terzo, che gli argini debbano essere dell' altezza esorbitante allegata; quarto, che non si possa evitare la necessità di prendere la terra per formarli o immediatamente sotto il sito di essi, o in gran distanza entro le campagne; altrettante è stata negata da noi la sussistenza di tali Proposizioni, e se n'è mostrata la falsità colla delineazione della linea cadente sopra i profili fatti, ed anco coll' esempio di Panaro ec.

Il pericolo poi delle topinare è remotissimo, e manifestandosene alcuna negli argini, i Signori Ferraresi son quelli, che n' insegnano e colla teorica, e colla pratica il rimedio; e tanto si farebbe, quando ciò succedesse negli argini della nuova linea. *Al*

*Al §. Non può negarsi ec.* Supposto che il Po grande camminasse per altra parte lontana dal Ferrarese, e che si venisse in trattato d'inalvearlo con opera manufatta nel sito, dove corre ora dalla Stellata fino al mare, molto più valevoli certo sarebbono gli argomenti, e i sospetti, e più credibili le iperboli, e le descrizioni di rotte, e di desolazioni di Città, Fortezze ec., che ora sono portate per impedire l'introduzione del Reno nel Po grande. Eppure la pratica mostra, che è possibile difendere anche con facilità, ma con la dovuta vigilanza la Città, e Territorio di Ferrara da' pericoli, e danni, che prima sarebbero stati esagerati per evidenti, ed irreparabili da opera umana. Lo stesso, e tanto più sarà nel caso nostro, nel quale non s'ha da contrastare rispetto al Po, che a' soli regurgiti, che non hanno forza; e rispetto al Reno, e Panaro, alle loro piene di non molta altezza, e non bastanti ad imprimere timore veruno nel cuore di chi ha avuto il coraggio di tentare il ritorno del Reno nel Panaro, e Po, che vale molto più del di lui solo regurgito fino sotto le mura di Ferrara, senza in quel caso temere delle rotte, e delle rovine, che ora così ben si descrivono.

## Circa il secondo Articolo.

Non si ha che aggiugnere, concorrendo nel sentimento de' Signori Ferraresi, da riservarne la cognizione al supremo intendimento dell' EE VV., ed a quello, che può essere alle medesime rappresentato da persone intendenti delle materie politiche, e militari.



# RISPOSTA

## De' Bolognesi agli Articoli sesto, e settimo.

*I. Se gli argini della nuova linea saranno esposti a pericolo prossimo di rotte o per le piene del Reno, o per li regurgiti del Po.*

*II. Se le Terre di Cento, Stellata, e Bondeno per la separazione del rimanente del Ferrarese resteranno dannificate.*

CIrca al VI. Articolo non si vede in primo luogo quale differenza possa concepirsi tra le arginature della nuova linea, e quelle degli altri fiumi; onde se questi non sono esposti a prossimo pericolo di rotte, perchè lo avranno da essere quelle di Reno?

Secondo non osta la novità degli argini, perchè quando siano fabbricati colle dovute maniere, e cautele, che vuol dire con cordolli bassi, e con carri, e carrette, equivalgono ai vecchj, rendendosi addensata la terra al pari negli uni, e negli altri; e poi rispetto alla quarta linea da noi proposta, alla quale ci siamo ristretti ( senz'animo però d' abbandonare il pensiero dell' altre, quando in questa si trovasse qualche particolar difficoltà, che fosse creduta insuperabile ) non ha luogo che in poca parte la novità predetta degli argini, comecchè il Po di Ferrara, ed il Panaro son provveduti d' arginature antichissime, e di tutta perfezione, e raddoppiate per quasi tutto il lor tratto.

Terzo giova di molto la rettitudine della linea, che non permette, che si facciano froldi, essendo il corso dell' acqua parallelo agli andamenti degli argini.

Quarto vi sarebbero le dovute restare, portando così la diversità della linea cadente del fondo; e perciò non sarebbevi dubbio, che il piede dell' argine fosse bagnato da acqua bassa; e mancandovi per impossibile, si potrebbero fare a proporzione del bisogno.

Quin-

Quinto generalmente si dice, che non succede rotta negli argini d'un fiume senza corrosione della terra, che li forma, e che tal corrosione non può mettersi in atto, se non per tre capi; primo per la trapelazione dell' acqua a cagione del terreno troppo poroso; secondo per la bassezza degli argini, che lascia sormontare l'acqua; terzo per l'impeto grande, che fa la corrente contro gli stessi, e questo si dee considerare o in se stesso, o in ordine della debolezza del sussistente; ma per niun capo de' detti può temersi danno alcuno.

Non può temersi pel prossimo pericolo di rotte a causa della trapelazione dell'acqua per le porosità degli argini; perchè essendovi per tutto il tratto della linea terra atta alla loro perfettissima fabbrica, non s'ha d'avere questo timore; ed in ogni caso supplirebbe la larghezza degli argini all'imperfezione del terreno.

Non per la bassezza delle arginature, perchè non si niega di farle alte anche più del bisogno.

Nè per l'impeto grande dell'acqua, perchè la rettitudine della linea ce ne assicura, come al numero terzo.

E finalmente non per la debolezza degli argini, perchè questi si faranno di robustezza conveniente, a giudizio di Perito disinteressato.

Il pericolo delle rotte non può temersi che da tre cause, o dall'acqua del Reno nelle piene, o da quelle del Po ne' rigurgiti, o da quelle dell' uno, e dell'altro uniti nelle piene, e ne' rigurgiti. Non da quelle del Reno per le ragioni già addotte, e di più perchè di fatti si mantengono gli argini del Po grande, non ostante siano più tormentati e dal corso d'acqua, e dall'impeto della corrente; dunque tanto più quelli del Reno.

Non da quelle del Po ne' rigurgiti, perchè questi non fanno sforzo, e gli argini non hanno da sostenere, che il peso dell'acqua.

Per ultimo non da quelle del Po, e da quelle del Reno unite, come di sopra, perchè il sostentamento del Po alto rifrangerebbe l'impeto delle piene del Reno, e gli argini avrebbero da operare poco più di quello facessero in resistere a' soli rigurgiti.

L'esempio degli altri fiumi ben regolati, che entrano nel Po, farà conoscere all'EE. VV. la vanità di tale insussistente timore.

Nel

## Nel ſecondo Articolo.

S'è riſpoſto nel §. *Seſto* della Scrittura ultimamente eſibita, alla quale intieramente ci rimettiamo ec.

# RISPOSTA

## De' Bologneſi al foglio de' Signori Ferrareſi ſopra gli Articoli VIII., e IX., ſuddiviſi in cinque queſiti, che ſono:

*I. Se il Reno alto potrà entrare in Po alto.*
*II. Che effetti produrrà.*
*III. Che alzamento d'acqua vi cagionerà.*
*IV. Con quale altezza d'argini converrà provvedervi.*
*V. Per quanto ſpazio ſi dovrà eſtendere queſto alzamento.*

*Al §. Primo.* SI ammettono tutte le miſure addotte, e più abbaſſo ce ne ſerviremo ancor noi per provare il noſtro intento; ma non ſi ammette già la conſeguenza; *adunque il Reno pieniſſimo non potrà entrare per Panaro nel Po pieniſſimo*, perchè tale argomento proverebbe anco, che Panaro pieniſſimo non può entrare nel Po pieniſſimo; eppure ciò è contrario all'eſperienza.

*Al §. Secondo.* In ordine all'alzamento delle piene dopo il proporzionamento dell'alveo del Po, già abbiamo detto il noſtro ſentimento, che le piene s'abbaſſerebbero; e faremo coſtarlo meglio a ſuo luogo. Per quello poi, che portaſſe l'alzamento dell'acqua del Reno ſopra la ſuperficie antecedente del Po, aggiugneremo qualche coſa nella riſpoſta al ſeguente §. In tanto non ſi laſcia di dire, che ſin a tanto che non ſi addurranno ragioni, o eſperienze convincenti, non ci perſuaderemo mai, che il Reno ſia per

per interrire l'alveo del Po, non l'avendo interrito Panaro, nè altri fiumi, che gli corrono dentro torbidissimi.

*Al §. Terzo*. Per quello s'aspetta alle misure delle sezioni dei due alvei di Po, e Reno, poco ci scostiamo dal sentimento de' Signori Ferraresi; se non che ci par molto lontano dalla verità il prendere quattordici piedi per misura ragguagliata dell'altezza delle piene del Reno alla Botta degli Annegati, dove pure è il gorgo mantenutovi dalla tortuosità, e dal passo, che vi si è trovato nel maggior fondo sotto il piano degli argini piedi 14. 3. 7., ed al Pilastrino della Pieve piedi 13. 8. 5. Bisogna pure nelle massime piene vi sia almeno un piede di vivo; onde la misura della piena nel maggior fondo non può mai essere più di piedi 13. 3. 7., e piedi 12. 8. 5., e molto minore, detratta la profondità del gorgo, che nell'uno, e nell'altro luogo è notorio; ragguagliata poi questa maggior profondità ridotta ad altezza viva d'acqua colle minori di *9*. 8. *6*., ed anco piedi 5., che si trovano nella stessa sezione, chiaro apparisce, che più al vero s'accosta la misura ragguagliata di piedi 8. determinata dal Padre Riccioli, accresciuta da noi per maggior cautela fino a piedi *9*. di quella modernamente assunta da' Signori Ferraresi per fondare il loro calcolo. La velocità attribuita al Reno fino a farlo correre miglia 8. per ora, è un'esorbitanza stravagante, convinta di falso dall'esperienza medesima; perchè se fosse vera, bisognerebbe, che la piena del Reno da Bologna si portasse a Ferrara al più in quattro ore; e pure ne spende fino a dodici per giungervi. Il ristringere poi la velocità del Po da cinque a quattro miglia per ora, è fatto senza fondamento veruno, non valendo la proporzione della maggiore, o minore caduta dove si ha altezza viva d'acqua considerabile, che è quella, che regola la velocità. Il ritardo finalmente fatto alla corrente del Po da' venti, che vi soffiano contro, non è così accertato, come si suppone; e benchè venga asserito dal Padre Castelli nel Corollario..., tal sentimento però è impugnato dal Padre Cabeo della Compagnia di Gesù, che per esser di Patria Ferrarese, potè osservare gli effetti nel Po medesimo, asserendo affatto insensibile tale ristagno. Eccone le di lui precise parole desunte dal libro primo delle sue Meteore *Com. 60. quæst. 51. pag. 346. col. 2. Adverto præterea quod mihi videor ex observatione notasse, quamvis dicatur a Castello, reflante vento fluvium intumescere, re tamen vera vix sensibiliter ex vento,*

*to, & motum retardari, & fluvium intumescere. Vidi enim contra Padum flantem ventum vehementissime per plures non solum horas, sed dies, nec tamen fluvius sensibiliter intumescebat. Non tamen obstinate nego ex reflante vento præcise motum non retardari, nec fluvium intumescere, sed, ut dixi, videor mihi observasse venti effectum exiguum omnino esse; & hoc est quia vere ex reflante præcise vento non retardatur, nisi in suprema superficie, nec ventus descendit ad profundum fluminis; retardantur quidem qui innatant, sed non retardatur sensibiliter aqua &c.* Ed in vero il vento non fa altro che un ondeggiamento nell' acqua, il quale occulta la velocità della medesima, ed alle volte fa apparire, che corra al contrario, benchè essa seguiti come prima il suo corso; ed in fatti non eleva di superficie, se non quanto porta l' ondeggiamento, come dovrebbe fare, se le fosse ritardata la velocità.

Da dette alterate misure si calcola, che 'l Reno pienissimo farebbe alzare il Po pienissimo piedi 7. con una frazione, che si trascura; e supponendo la velocità del Reno ridotta a miglia sei, ed accresciuta quella di Po fino a cinque, e sei, si riduce l' alzamento a piedi 4. $\frac{1}{2}$, e poi finalmente a piedi 3. once 7.

Benchè nella copia della Scrittura comunicataci manchi per inavvertenza del copista qualche riga, o parola, che oscura il metodo tenuto nel calcolare, nondimeno da' numeri espressi ricaviamo, che nel computo non si ha veruno riflesso alla velocità maggiore, che acquisterebbe il Po per l' aggiunta dell' acque del Reno, se non per altro, perchè elevandosi la superficie dell' acqua del Po piedi 7. di più, altrettanti n' acquisterebbe la di lui superficie sopra il pelo del mare; e secondo il principio di regolare la velocità a ragione di caduta, dovrebbe considerabilmente accrescersi quella del Po.

Dei supposti, e metodo di questo calcolo non formato da alcuna dimostrazione, nè convalidato dall' autorità d' autore veruno, dimostreremo l' insussistenza da diversi assurdi, che ne derivano. Primieramente si calcola l' acqua, che scorre pel Reno pienissimo in un' ora, piedi cubi 67198320., e noi da' numeri di questo computo troviamo ( non vedendolo espresso nella Scrittura de' Signori Ferraresi ), che il Po in tempo eguale scarica piedi cubi d' acqua 298659200., dividendo la quantità maggiore per la minore,

nore, troviamo nel quoziente 4. $\frac{19}{67}$, che vuol dire, che l'acqua del Po pienissimo non arriverebbe ad esser quattro volte, e mezzo maggiore di quella del Reno pienissimo: cosa fuori d'ogni ragione. Secondo, se ognuno de' fiumi, che entrano in Po eguali al Reno, che vengono giudicati dal Barattieri essere 38., supponiamo noi, che non siano più di 20., facessero piedi 7. d'altezza nel Po, bisognerebbe, che questa ascendesse a piedi 140., e pure non è maggiore di 31. in 32. Terzo, se Panaro, la di cui acqua è uguale, se non maggiore, o almeno poco minore di quella del Reno, avesse cagionata tale altezza, non essendo nella di lui rivolta al Po grande stati alzati gli argini, avrebbeli nella prima piena sormontati; e pure ciò non è seguito, non ostante che la rivolta fosse non delle sole acque di Panaro, ma di più di quella parte del Po, che nelle piene correva verso Ferrara, quando s'apriva l'intestatura al Bondeno.

Al versicolo di detto §. terzo *Dal detto sin quì ec.* Si dà titolo di probabilissima, se non d'evidente all'asserzione fatta circa l'alzamento del Po per l'acque del Reno; ed a' nostri calcoli dimostrati quello di meno probabili, per poi renderli egualmente dubbiosi: l'EE. VV. potranno giudicare del merito dell'uno, e dell'altro.

Al resto di questo versicolo non si risponde, perchè è affatto lontano dalla materia di questo quesito.

Ai versicoli *Prima, e Seconda ec.* Quello, che è stato necessario per ben stabilire, e con evidenza il nostro calcolo, è qualche anno, che sta sotto la censura de' letterati; tutto il resto sta notato nella nostra Scrittura. Se fosse stato bisogno di stabilire il corpo d'acqua, che il Reno pienissimo scarica in un'ora, non ci sarebbero mancati i mezzi per farlo; ma perchè ciò non occorre, bastando di determinare la proporzione, che ha l'acqua del Reno pienissimo a quella del Po pienissimo, perciò s'è tralasciato di fare questo calcolo. Che il vento ritardi la velocità del Po, si pretermetta senza concederlo, e senza negarlo; ma che tal causa non possa operare sensibilmente, si prova così. Se il vento ritardasse la velocità d'un fiume in una sezione determinata, è dimostrato, che la velocità prima del ritardamento alla velocità, che gli resta dopo il ritardamento, ha da stare in proporzione reciproca dell'altezza viva dopo il ritardamento all'altezza viva avanti il ritardamento; ma l'altezze dell'acqua, prima, e

dopo il ritardamento, non hanno fra di se proporzione sensibile; adunque non l'avranno nè anche le velocità; e perciò la velocità, colla quale corre il Po impedito dal vento, sarà insensibilmente differente dalla velocità non impedita dal medesimo. In oltre il Po non ha un alveo diritto, ma assai tortuoso, e perciò il vento, che agisce sempre colla stessa direzione, in un luogo impedirebbe, in un altro ajuterebbe, in altro non opererebbe; cosa impossibile da intendersi, senza immaginarsi il Po in qualche caso come una scala, in un luogo alto, poco sotto più basso, ed in altro luogo anche più basso. Perciò non v'è alcun bisogno di tassare la velocità del Po a causa del vento, sia quel che si voglia de' riflussi marini, sopra il pelo de' quali già sono elevati gli argini a misura del bisogno.

Per far vedere ciò operino i rigurgiti al di sotto per far elevare la superficie de' fiumi influenti, si ripiglino le misure addotte da' Signori Ferraresi nel principio della loro Scrittura, dalle quali concludono, che il rigurgito del Po pienissimo non lascia di vivo alla Chiavica di S. Gio: più che piedi 1. once 8., o piuttosto piedi 1. once 7., dal quale detratto il vivo di detta Chiavica sopra le massime piene di Panaro di once 4. in circa, restano piedi 1. onc. 3. Ciò supposto, così si argomenta: o il Panaro è venuto colle sue piene trovando tale rigurgito, o no; se si dirà non esser succeduto tale incontro di piena, non ostante sia ormai un secolo, che corre stabilmente nel Po, non s' ha da dubitare, che tale accidente sia mai più per succedere; se poi si risponderà esser venuto, adunque coll'elevarsi solamente piedi 1. once 3. di più sopra il pelo del rigurgito, ha scaricate le sue piene nel Po; e pure le di lui piene, quando corrono in Po basso, hanno tanto maggiore altezza.

Da ciò si deduce, che se un fiume, il quale ha piedi 14., o 15. di altezza nelle sue piene, come Panaro, dovendo cadere sopra un regurgito d' altezza di piedi 10. once 2., non si eleva più che piedi 1. once 3., l'acqua del Reno, che scorrerà in altezza di poche once, come s'è dimostrato sopra, quella del Po non si eleverà per superare i gonfiamenti del mare che insensibilmente; e perciò nè anche per questo capo si toglie la verità del nostro calcolo.

*Al §. Quarto ec.* Se fosse vera l' asserzione de' piedi 7., o piedi

4.

4. $\frac{1}{2}$, o piedi 3. once 7. di alzamento in Po, altrettanto dovrebbero cessare, o farsi gli argini sopra la massima escrescenza presente; e lo stesso vale nel caso del nostro calcolo di once 8. $\frac{1}{3}$; e perciò l'elevazione degli argini da farsi dipende dal vivo presente degli stessi; e dalla quantità di detto alzamento non si vede già perchè dovessero alzarsi di più. In ordine poi al sesto dell' altezza pel calo degli argini nuovi, non si discorda, quando la maniera, che si praticasse, lo richiedesse.

*Al §. Circa il Quinto ec.* Ci rimettiamo alle misure delle lunghezze da prendersi, ed alle altre considerazioni da noi fatte sopra questa materia ec.

Finalmente il calcolo della spesa non è adattato al presente quesito.

# RISPOSTA

## De' Bolognesi ai due Articoli ottavo, e nono, che sono:

*I. Quali effetti produrrà il Reno alto in Po alto, e se possa entrarvi.*

*II. Che alzamento d'acque vi cagionerà, e con quale altezza d'argini convenga provvedervi, e fino a dove questi si debbano rialzare.*

AL primo Articolo si dice, che tutti i fiumi influenti entrano ne' suoi recipienti, siano questi alti, o bassi, quando gli argini di quelli sono proporzionati a contenere fra se medesimi l'altezza d'acqua necessaria al proprio ingresso; ed essendo che ciò non è impossibile a farsi, rispetto all' introduzione del Reno nel Po, quindi non vi può esser dubbio veruno, che il primo non possa entrare nel secondo.

L'ingresso poi si faciliterà con dare alla nuova linea uno sbocco aggiustato, e tale da non temerne danno veruno, come s'è provato nella nostra Scrittura sopra l'Articolo quarto.

Rispetto agli effetti, che possa produrre il Reno alto in Po alto, dipendendo la risoluzione di questa parte dalle considerazioni proprie dell' Articolo seguente, ad esso ci rimettiamo.

Per

Per rispondere adequatamente all'Articolo secondo, ci fa di mestieri ripetere ciò, che altre volte abbiamo detto, cioè che all'unirsi che fanno diverse acque correnti d'alveo stabilito si scema nell'alveo comune la pendenza, cioè si profondano, ed in oltre s'allargano gli alvei; al che succede, che le piene s'elevano ad un orizzonte meno alto di quello succederebbe, se ognuno de' fiumi influenti si portasse al mare senza mistura d'altre acque.

Per manifesta prova di questa Proposizione s'osservi primo, che il Po è maggiore de' fiumi della Lombardia, anzi di tutta l'Italia, e ciò non ostante le di lui piene sono le meno alte, perchè sono le meno inclinate di superficie.

Secondo, se si trattasse d'aggiugnere l'acque del Po a quelle del Reno, o del Lamone, si alzerebbero, o si sbasserebbero le piene nell'alveo comune? Certo ognuno risponderebbe, che ciò succedendo, s'abbasserebbe l'altezza delle piene del Reno, e addurrebbe per ragione, che l'alveo del Reno si scaverebbe fino a proporzionarsi l'alveo; adunque similmente aggiungendo l'acqua del Reno a quella di Po, farà lo stesso, e le piene di questo resteranno più basse.

Terzo, dacchè il Po s'è intieramente rivoltato nel ramo di Venezia, assorbendo nelle piene e l'acqua di Panaro, e la porzione di quella di esso Po, la quale per l'alveo di Ferrara si portava per altra strada al mare, le di lui piene non si elevano più a quell'altezza, che altre volte gli era propria.

Quarto, si può dimostrare la nostra asserzione *a priori* col fondamento degli allegati principj, e coll'ajuto delle figure necessarie; ma per non infastidire di soverchio l'EE. VV., si tralascia di farlo.

Ciò stabilito, si fa chiaro, che se unite le piene di Po, e del Reno si porteranno al mare con minor pendìo, non solo non si eleverà la superficie dell'acqua nelle piene, ma resterà tanto più bassa, quanto richiede la proporzione dell'acqua d'uno a quella dell'altro.

Questo effetto però non succederebbe così alla prima, ma solo con qualche lunghezza di tempo; e perciò sul principio dell'introduzione non si niega, che il Reno alto non cagionasse in Po alto qualche alzamento; e sopra di questo discorreremo brevemente.

Il Padre Castelli nell'Appendice terza al Corollario 16. della sua misura dell'

dell'acque correnti, condanna l'errore di quei Periti, che giudicarono dal trovare la larghezza del Po piedi 1000., e la sezione del Reno piedi 200., che il Reno farebbe crescere il Po piedi 2.; e nell'Appendice 4. del Corollario medesimo nota simile errore in altri Ingegneri, e Periti, che credevano, che mettendosi il Reno in Po, non farebbe alzamento veruno, e conclude, che *la verità è, che mettendosi il Reno in Po, farebbe alzamento, ma alle volte maggiore, alle volte minore, secondo che troverà con maggiore, o con minor corrente il Po; di modo che quando il Po sarà costituito in gran velocità, pochissimo sarà l'alzamento, e quando il medesimo Po sarà tardo nel suo corso, allora l'alzamento sarà notabile.*

Per intelligenza di questa asserzione del P. Castelli s'avverte, che l'alzamento del Reno in Po si dee intendere in due maniere, prima rispetto all'alzamento delle massime piene unite dopo il proporzionamento dell'alveo sopra un termine stabile, ed in tal senso abbiamo detto, ed, occorrendo, si dimostrerà, che le piene non solo non eleverebbero di più, ma si abbasserebbero; e tal forse fu il sentimento degl' Ingegneri notati dal Padre Castelli nell' Appendice 4. Secondo, si può intendere l'alzamento rispetto all'altezza, che si accrescerebbe dall' introduzione dell'acqua del Reno in quella del Po, cioè avendo per termine, sopra il quale dee seguire l'accrescimento, o la superficie antecedente dell'acqua del Po, o pure il fondo del medesimo; e di questo precisamente parla il Padre Castelli, al sentimento del quale, perchè convinti dalla ragione, di buona voglia ci sottoscriviamo.

Con tale intendimento si sono avanzati a determinare la misura precisa molti autori, li quali ne hanno pubblicati i calcoli, e fondamenti di essi, che noi quì sommariamente riferiremo, aggiungendovi il nostro, desunto dalle misure delle sezioni del Reno, e del Po, prese in quest' ultima visita.

Il Barattieri nella sua architettura d'acque Proposizione 2. lib. 5. pag. 222. dopo diverse considerazioni fatte sopra questa materia conclude: *Quand' anche il Reno fosse la diciassettesima parte del Po, non alzerebbe poi nè anche più di tre quarti d'un piede d'avvantaggio alla maggiore escrescenza, che far possa il pienissimo Po, quando gli fosse aggiunta l'acqua del pienissimo Reno ec.*

Il

Il Signor Gio: Domenico Cassini, ora Astronomo di Sua Maestà Cristianissima, nelle sue Scritture fatte sopra questo particolare, che si trovano nel libro intitolato: *Raccolta di varie Scritture, e notizie concernenti la rimozione del Reno dalle Valli ec.*, dice, che il Reno non può alzare sensibilmente le maggiori escrescenze del Po; e di poi conclude, che tale alzamento non oltrepasserebbe once 4. ec.

Il Padre Riccioli, di Patria Ferrarese, e della Compagnia di Gesù, nel lib. *6.* della sua Geografia riformata al cap. 30. tratta assai diffusamente questa materia, e calcola, che se l'acqua del Reno farà tre miglia per ora, l'aumento dell'altezza in Po sarà poco più di once *6.*; se 4. miglia, arriverà a once *9.*; e se cinque miglia, cioè che il Reno nelle piene sia egualmente veloce che il Po ( supposizione non vera ), non eccederà once 11., e conchiude: *Interim certe renunciare mihi posse videor, nunquam Rhenum additurum Pado plus uno pede, immo nec pedem, nisi Rhenus plenissimus ingrediatur Padum plenissimum &c.*

Il Padre Claudio Milliet de Chales della medesima Compagnia nel tomo secondo del suo Mondo Matematico al trattato *De fontibus naturalibus Prop.* 55. valendosi delle misure desunte dal Padre Riccioli, e calcolando sul principio differente da quello del Castelli, conclude, che l'alzamento ricercato sarebbe $\frac{6}{7}$ di piede con queste parole: *Dico ergo altitudinem Padi ante immissionem Rheni Bononiensis ad ejusdem altitudinem post immissionem ejusdem Rheni esse ut* 54 $\frac{1}{4}$ *ad* 55. $\frac{3}{4}$, *seu ut* 217. *ad* 223.: *fiat ergo ut* 217 *ad* 223., *ita altitudo* 31. *ad altitudinem* 31. $\frac{186}{217}$ *seu fere* $\frac{6}{7}$, *hoc est fere uno pede intumescet Padus*; ma non sono che once 10. 3.

Per fondare il nostro calcolo, prenderemo due sistemi in ordine al crescere le velocità. Il primo è, che le velocità siano proporzionali all'altezza viva dell'acque; ed il secondo, che le medesime velocità siano tra di se in proporzione suddupplicata dell'altezze vive delle medesime. Il primo è seguitato dal Castelli, Barattieri, Cassini, e Riccioli, ed il secondo dal Torricelli, dal Baliani, e dal P. de Chales, ed è da noi dimostrato nel libro terzo della misura dell'acque correnti al Corollario primo della Proposizione seconda.

Servendosi della prima supposizione, noi troviamo l'alveo del Po al passo

passo di Lago scuro largo piedi 761., ma diciamo solo 760., alto nelle somme escrescenze piedi 31., misura concorde col sentimento di tutti gli autori, e non discorde dalle misure di quest'ultima visita. Similmente troviamo la larghezza dell'alveo del Reno alla Botta degli Annegati piedi 189., e l'altezza ragguagliata supponiamola piedi 9., anche maggiore di quello è stata adoprata dal Riccioli, che la determina piedi 8. Facciasi in primo luogo il quadrato dell'altezza del Po piedi 31., e sarà 961., e questo moltiplicato per la larghezza del medesimo piedi 760., sarà 730360., numero, come chiama il Barattieri, latiquadro dell'acqua del Po. Similmente rispetto al Reno, facciasi il quadrato dell'altezza piedi 9., e sarà 81., e questo moltiplicato per la larghezza del medesimo piedi 189., ed il prodotto sarà 15309., numero latiquadro dell'acque del Reno, e del Po unite; si sommino assieme li predetti due numeri, e si avrà 745669. Partasi questo latiquadro per la larghezza del Po, e ne verrà il quoziente 985. $\frac{7}{76}$, la di cui radice quadrata è 31. $\frac{12}{31}$, ovvero piedi 31. once 4. $\frac{2}{3}$; e perciò verrebbe il Po pieno per l'aggiunta del pienissimo Reno a crescere once 4. $\frac{2}{3}$.

Nel secondo sistema ordinando il calcolo, come nella medesima Proposizione ottava del lib. *3. della misura dell'acque correnti*, tra le due altezze piedi 31. del Po, e piedi 9. del Reno si trovi un numero medio proporzionale, che sarà 16. $\frac{13}{32}$, e sarà la proporzione di 9. a detto numero quella delle velocità, la di cui triplicata è di 9. a 57. $\frac{9}{32}$; e componendo questa con quella delle larghezze 189., e 760., ne nasce la proporzione dell'acqua del Reno a quella del Po, quella, che ha 9. a 235.; ed unendo assieme queste due quantità, si farà 244., cubo dell'acque del Reno, e del Po unite assieme, ed il cubo dell'acqua del Po solo resterà 235., le radici cube de' quali numeri sono per Reno, e Po uniti 6. $\frac{28}{126}$, e pel Po solo 6. $\frac{9}{126}$, la proporzione duplicata delle quali sarà quella dell'altezze; e perciò riducendo alla denominazione del rotto le dette radici cube, cioè a 775., e 784., e trovato un terzo proporzionale 793., sarà la proporzionale di 795. a 793. quella, che avrà l'altezza del Po solo all'altezza del Po accresciuto dal Reno; talchè per la regola aurea così starà 775. a 793., come piedi 31., altezza del solo Po, a piedi 31. once 8. $\frac{2}{3}$ altezza del Po unito all'acqua del Reno; e perciò aggiugnendosi il Reno altissimo al Po altissimo, non potrà farlo crescere che once 8. $\frac{2}{3}$.

In

In tutti li soprannotati calcoli si dee avvertire, che gli Autori, secondo l'uso comune de' Matematici, prescindono dalla resistenza delle sponde, e del fondo dell'alveo nel calcolare le quantità dell'acqua dell'uno, e dell'altro fiume, e perciò riescono sempre maggiori delle vere. E perchè maggior resistenza patisce il Reno nel proprio alveo, che Po nel suo, atteso che le figure simili quanto sono minori, tanto maggiore hanno la circonferenza in proporzione dell'area propria, e le resistenze sono proporzionali alle circonferenze resistenti; quindi molto maggior differenza intercede tra l'acqua calcolata del Reno, e la vera di esso, di quella sia tra l'acqua calcolata del Po, e la vera del medesimo; e perciò la proporzione dell'acqua del Reno a quella del Po viene ad esser minore della proporzione, che apparisce dal calcolo, e per conseguenza l'alzamento vero dovrà riuscire alquanto minore di quello concluda il calcolo medesimo.

S'avverte in secondo luogo, che gli alzamenti calcolati suppongono l'alveo invariato, cioè della stessa larghezza, e profondità, siccome il Reno col Po nelle massime piene. Quest'ultimo caso o non verrà mai, o una sol volta nel corso d'un secolo; e perciò vi sarà tempo da proporzionarsi l'alveo, prima che esso succeda, e venendo, troverà l'alveo allargato, e profondato tanto, che l'alzamento dell'acqua non succederà a quel segno, che si figurano gli Autori, supponendo l'identità delle misure dell'alveo presente. Quindi si potrebbe probabilmente, e ragionevolmente conchiudere, che non vi fosse bisogno d'alzamento veruno nelle arginature del Po, quand' anche fossero proporzionate all'acque sole di questo; ma perchè la serietà del presente trattato ricerca, che s'operi con ogni maggior cautela, non ricusano i Bolognesi, benchè persuasi di non esser tenuti a farlo, di concorrere all'elevazione degli argini predetti di Po ne' luoghi, dove la livellazione già fatta ne indichi la necessità, e la quantità: la cognizione di che spetta intieramente al purgatissimo giudizio, ed incorrotta giustizia dell'EE. VV.

Rispetto poi alla seconda parte di questo Articolo *sin dove gli argini si debbano rialzare*, si riflette, che le piene del Po quanto più s'avvicinano al mare, tanto meno si rendono elevate sopra il piano delle campagne, sino che vicino alle spiagge interamente s'incassano. Quindi la linea della superficie degli argini cammina concorrente ad un punto con quella del pelo

d'ac-

d'acqua, o ſia cadente delle maſſime piene ſcaricate ſul pelo alto del mare, nel qual luogo ſi trova il punto del concorſo delle accennate due linee; e di quì ne naſce, che dovendoſi v. g. alzare gli argini once 9. alla Stellata, ed eſſendo neceſſario un alzamento proporzionale per tutto a mezza ſtrada tra la Stellata, ed il mare, baſteranno once $4.\frac{1}{2}$, ai tre quarti della medeſima once $2.\frac{1}{4}$ ec. E riſpetto al principio, e fine di tale rialzamento, potranno queſti deſumerſi dalla nota del vivo degli argini trovato ſopra l'ultima piena dei 15. Giugno proſſimo paſſato. Il che tutto potrà far conoſcere, che non molta ſarebbe la ſpeſa del rialzo neceſſario delle arginature del Po, e certo non tale da fraſtornare operazione sì vantaggioſa, come queſta, di cui ora ſi tratta.

Per fine non ſi ſa conoſcere qual altro effetto, oltre gli accennati, poſſa partorire il Reno alto in Po alto, ed eſſendocene per avventura ſuggerito alcuno, non mancheremo al ſolito di ſottoporre riverentemente al giudizio dell'EE. VV. il noſtro libero, e ſincero ſentimento ſopra di eſſo ec.

# SCRITTURA

## De' Bologneſi al foglio de' Signori Ferrareſi ſopra gli Articoli X., XI., e XII., che ſono:

*I. Quali effetti poſſa fare il Reno alto in Po mezzano.*
*II. Quali in Po baſſo, e ſe tali piene poſſano aumentare i froldi, e dirupamenti d'argini.*
*III. Se le Chiaviche tanto a deſtra, quanto a ſiniſtra poſſano eſſere dannificate.*

## Circa il primo.

*Al §. Quanto al primo punto ec.*

CHe 'l Reno nel Po mezzano ſia per fare maggior alzamento, che in Po alto, non ſi vuol negare, e pure ſi potrebbe, e dovrebbe, ſe foſſe buono il metodo del calcolo uſato da'

Signori Ferraresi, nel quale non è considerato l' augumento della velocità, nella quale viene ad essere costituito il Po alto sopra quella, che ha il Po basso. Che poi dovesse detto alzamento farsi tanto maggiore, quando venissero piene replicate del Reno, da noi non s' intende; anzi ci pare alieno dalla verità, comecchè il replicare delle piene non fa altro che o mantenere, o rimettere nel Po la stessa altezza per prima cagionata; anzi per la ragione addotta se il Reno è il primo ad entrare nel Po, e lo trovi mezzano, vi farà qualche alzamento, che gli è proprio; ma rivenendo nuove piene, giungeranno nel mentre anche quelle degli altri fiumi, li quali elevando maggiormente il corpo d' acqua nel Po, faranno, che la seconda piena del Reno non aggiungerà tanto d' altezza al Po, quanto la prima; e la terza, quanto la seconda ec.

Il ripetere che si fa l' impedimento de' flussi marini, ed il contrasto del vento alla corrente, ci obbliga a far apparire quanto sia il valore del primo, parendoci, che abbastanza possa costare dal nostro foglio antecedente della instabilità del secondo.

Tav. 19 Fig. 5. Sia B C la superficie bassa del mare, A B il pelo cadente del Po sino al suo sbocco, B D la profondità di esso, e corra l' acqua del Po in tale stato, che sia permanente. Certa cosa è, che la velocità dell' acqua nello sbocco B D sarà precisamente quanto basta per scaricare nel mare l' acqua corrente del Po, nè più, nè meno, e questa o sarà cagionata dall' impeto precedente, o pure dall' altezze A F, G H, I L, che superino d' attività l' altezza dell' acqua marina nello sbocco B D: supponiamo ora, o pel flusso, o per la restia, elevarsi l' acqua del mare da B in E, in maniera che la superficie del Po da A B s' alzi in M E, la quale superficie acquistata che sia, non si muti più, fino che non si abbassa il punto; e supponiamo, che l' altezza D E sia doppia della D B: correrà dunque nel mare per la sezione dello sbocco D E d' altezza doppia della B D, e della medesima larghezza ( che così vogliamo supporla, benchè in fatto riesca molto più larga ) nè più, nè meno che prima, tutta l' acqua del Po, e la velocità sarà precisamente quella, che basta per scaricarnela; saranno perciò reciprocamente proporzionali le velocità della sezione prima, e seconda, e le altezze delle sezioni seconda, e prima, e perciò sarà la velocità della sezione E D la metà della velocità della sezione

zione D B; ma per imprimere una velocità la metà minore d'un'altra, basta anche la metà della causa, e questa non è altro che o la forza dell' altezze delle sezioni antecedenti, o l'impeto precedente, che però viene a risolversi finalmente nella prima; adunque basterà la metà della forza predetta, o dell'impeto; quindi supposto che A N sia l'eccesso necessario dell'altezza A F sopra la B D, per dare la velocità necessaria alla sezione B D, molto minore dovrà essere l'eccesso O M dell'altezza M F sopra la E D, per dare alla sezione D E la metà solo della predetta velocità; e perciò le due linee A B, M E cadenti del Po, prima, e dopo il gonfiamento del mare, saranno correnti dalla parte di sopra del Po, e dove s'incontreranno, ivi sarà il termine, fino al quale risente la marea, che, al detto d'un testimonio registrato nella visita, non oltrepassa Francolino.

Si ricava da questa dimostrazione, che l'effetto maggiore del ristagno del mare è nello sbocco, e che nelle parti superiori sempre si rende minore, e minore, fino a ridursi al niente.

Si raccoglie in secondo luogo, che quanto più si elevano i regurgiti, tanto meno inclinate sono le cadenti della stessa piena, perchè minore è la proporzione dell'altezza della sezione nello sbocco, durante il regurgito, all'altezza della sezione fuori del tempo del regurgito.

Supponiamo ora, che la superficie A sia quella, che compete alla somma escrescenza del Po solo, e che questa debba accrescersi per l'intromissione del Reno altissimo.

Dal dimostrato da noi, mediante il calcolo esibito nel congresso antecedente, apparisce doversi alzare il Po nel luogo della sua introduzione once 8. $\frac{2}{3}$ Tale altezza però è certo, che non potrà continuare fino allo sbocco; ma dovendo la superficie del Po, anche elevata dall'acque del Reno, spianarsi allo sbocco sul pelo del mare, che però a ragione del maggiore influsso non si eleverà maggiormente, manifestamente apparisce, che l'altezza cagionata dal Reno nel Po anderà scemandosi quanto più s'anderà avvicinando alla marina, per appunto colla stessa proporzione dell'avvicinamento. Ma non ostante supponiamo pure, per abbondare in cautela anche a pregiudizio della verità, che mantenga la stessa elevazione per tutto senza profondarsi l'alveo, come necessariamente dee seguire, e che giunta allo sbocco non si spiani, ma stramazzi sopra la superficie del mare

dell'altezza predetta. Immaginiamoci poi, che sopraggiunga nello stesso tempo una burrasca di mare delle maggiori, che lo faccia gonfiare sino in E: eleverassi dunque la superficie R S v. gr. in P E, e per quello, che di sopra s'è dimostrato, saranno le linee S R, P E convergenti alle parti R, M vero, e non tanto quanto le A B, M E senza l'accrescimento fatto dal Reno: or vediamo, se sia sensibile l'elevazione della linea E B sopra la M E.

Dal preaccennato calcolo apparisce, che la proporzione dell'acqua del Reno pienissimo a quella del Po pienissimo è di 9. a 235., ovvero di 1. a 26. $\frac{1}{9}$; dovendo per ciò passare per la stessa sezione D E tanto il Po solo eguale a 26. Reni, quanto il Po unito col Reno, che equivarrà a Reni 27., saranno le velocità come le quantità dell'acqua: adunque come 27. a 26., così dovrà stare la velocità del Po unito col Reno alla velocità del Po solo allo sbocco; e supponendo, che l'inclinazione della linea A B sia quanto basta, perchè l'acqua allo sbocco cammini con velocità di gradi 26., dovrà tanto elevarsi la P E, che basti, perchè l'acqua cammini colla velocità di gradi 27., ed aggiunga a tutta l'acqua del Po nella stessa sezione un ventesimo sesto della velocità precedente.

Supposto poi l'abbassamento necessario del fondo F D, che comincierà a farsi nella prima piena, accrescendosi la sezione, sarà necessaria minor velocità; e perciò sarà meno inclinata la P E, e molto più s'accosterà alla M E.

Sul fondamento de' quali due motivi chiaro apparisce, che poca dovrà essere l'altezza da farsi dal Reno sopra l'acqua del Po sostenuta dal gonfiamento del mare, e minore delle once 8. $\frac{2}{3}$; perchè se le dette once 8. $\frac{2}{3}$ bastano per giungere il 26. della velocità necessaria in una sezione più piccola, e più veloce, superiore al luogo del ristagno, molto più potranno aggiungerlo in una sezione maggiore, e meno veloce, quali sono tutte quelle, alle quali arriva l'effetto del sostentamento del mare; e se l'altezze vanno scemandosi a ragione delle vicinanze, che acquistano al mare, tanto minore dovrà essere l'alzamento del Po accresciuto dal Reno sopra la superficie di se solo sregolata sul mare alto.

Non ostante il rallentamento del moto, che accade all'acque del Po sostenuto dal flusso marino, non succede nello stato presente interrimento ve

runo;

runo; adunque molto meno fuccederanno tali interrimenti, accrefciuta che fia la velocità $\frac{1}{16}$, come di fopra fi è dimoftrato.

*Al §. Non fi lafcia la percuffione.* Tale percuffione non fi farà, e moftra l'efperienza, che Panaro non la fa, tenendofi colle fue piene alla ripa deftra, come fu offervato nella vifita Borromea; e l'avanzamento del Bonello della Stellata moftra, che poco s'avanza nel Po l'impeto dello sbocco di Panaro, nè accade portare l'efempio della foffa della Polefella, perchè il fatto non è accertato; e quando il foffe, bifognerebbe efaminarne le condizioni; e finalmente dandofi un buono sbocco, come s'è propofto, a feconda della corrente del Po, verrà ad afficurarfi e la banda deftra del Bonello, e molto più la ripa finiftra.

## Circa il fecondo.

*Al §. Del fecondo punto ec.* LA maggior caduta del Reno farà avanzare qualche poco di più il fuo corfo dentro la corrente, ma non mai arrivarla alla fponda finiftra; ma dato anche tale fuppofto erroneo, fi provvederebbe, come s'è detto, col dargli buono sbocco.

Che il Reno deponeffe nelle piene qualche materia fopra le ghiaje del Po, fe non fi concede, non fi nieghi, ma fi defuma la verità dagli efempj, che fe ne hanno. Quante volte fuccede, che trovandofi il Po baffo, venga la piena a qualche fiume dell'Appennino, di quelli, che corrono torbidiffimi al pari, ed anco più del Reno, tante volte l'acque torbide fi fpandono fopra le ghiaje in non molta altezza: fi fanno in cafi fimili interrimenti, o pure fatti che fiano, al fopravvenire della piena fono effi di nuovo levati? Certo non interrendofi l'alveo del Po, bifogna, che o l'uno, o l'altro fucceda; e tanto farà nel cafo allegato, che 'l Reno entraffe torbidiffimo in Po baffo. Circa il timore di perdere il Po d'Ariano, già s'è detto quanto occorre; ma fe foffe vero, che il Po da Crifpino in giù fteffe come ftagnante, a queft'ora farebbe obliterato il di lui alveo, ed il Po, ed Ariano non avriano più nome; ma effendo manifefto, che ciò non oftante il Po fi conferva profondo, bifogna dire, che la poca velocità, che vi refta, fia baftante ad impedire la depofizione del limo; e perciò a tale effetto molto più bafterà la maggiore, che poffiede nelle parti fuperiori. Se poi

non

non è vera l'afferita quafi ftagnazione, vacilla la confeguenza dell'interrimento futuro del Po d'Ariano, che fi pretenderebbe provare; anzi accrefcendofi la velocità per l'accrefcimento dell'acqua, fe ne deduce da noi una certiffima efcavazione.

*Al §. Ciò pure fi vede ec.*, e feguenti. L'efempio del Po di Ferrara è affai diverfo da quello del Po di Venezia, non verificandofi in quefto le condizioni, che in quello fi trovarono, e quefta diverfità fu beniffimo conofciuta dall'Argenta; perchè attribuendo egli l'interrimento del Po di Ferrara alle torbide del Reno, non temette, che il fimile doveffe fuccedere in quello di Venezia, quando propofe di sboccarvi dentro il Reno predetto.

*Al §. E fi portano ec.* Parte farà del finiffimo giudizio dell'EE. VV. il riconofcere, fe le fuppofte ragioni de' Signori Ferrarefi baftino a render dubbiofiffime le noftre, ficchè v'entri l'affioma, che *in dubio tutior pars fit eligenda*; e le medefime fapranno bene riconofcere quali fiano *le ragioni fpeculative, e metafifiche non evidenti*; cioè fe o quelle de' Signori Ferrarefi appoggiate a femplici afferzioni non provate che con pronoftico, e con un apparente timore ec., oppure le noftre fondate fopra mezzi termini dimoftrativi, e corroborate dall'efperienza.

*Al §. La rifoluzione ec.* La caufa de' froldi non è l'acqua per fe fteffa, ma la direzione della di lei corrente, ed altre puramente accidentali.

L'efferfi fatti da 30. anni in quà froldi, lo certifica; perchè fe l'augumento dell'acqua foffe la caufa efficiente de' froldi, non effendo feguito da 30. anni in quà nuovo accrefcimento all'acqua del Po, non fi farebbe dovuto produrre nè anche l'effetto. Introducendofi adunque il Reno nel Po, feguirebbe quello, che è feguito per lo paffato; fi farebbero nuovi froldi, fe ne fanerebbero de' vecchj, altri s'accrefcerebbero, altri fi fminuirebbero ec.; ma l'acqua del Reno non ci avrebbe colpa, nè merito ec.

## Circa il terzo Punto.

*Al §. Dal già detto ec.* NOn fuffiftendo adunque gli alzamenti nell'alveo del Po, anzi ftando noi per la parte dell'efcavazione, non folo non patiranno gli fcoli, ma guadagneranno.

*Al*

*Al* §. *Se cessassero gli alzamenti ec.* Abbiamo detto quanto occorre nella nostra risposta a questo Punto.

*Al* §. *S'accrescerà ec.* La caduta delle Chiaviche per buona regola, rispetto a' terreni bassi, non vi dovrebbe essere di sort'alcuna; onde le poche once, che hanno di caduta, piuttosto loro pregiudica; ma questa nel nuovo caso non s'attende, bensì quella, che ha la superficie della campagna sopra il pelo basso del Po, e questa è di piedi, e non d'once, come si asserisce.

*Al* §. *Si degneranno ec.* La Chiavica de' quattro occhi si trova registrato nella visita, che scolava, e non si trova già la languidezza di moto in questo §. asserita, nè la pienezza del Canal Bianco improbabile in quella stagione straordinariamente asciutta; e l'acqua del Po è certo, che non era nella sua estrema bassezza; se poi fosse indicato a parte all'EE. VV., non lo possiamo sapere; presumiamo però, che se ciò fosse stato, non si sarebbe tralasciato da' Signori Ferraresi di farne tener memoria nella visita, come di cosa troppo essenziale.

Cadendo perciò tal supposto, cade altresì tutto il danno immaginato e del Polesine di Ferrara, e della stessa Città per l'impedimento de' Docili, ed in oltre poco, o per poco s'impedirebbero le Chiaviche del Po d'Ariano per l'alzamento del pelo di esso fatto dall'acqua del Reno, dovendo in tale vicinanza al mare riuscire quasi che insensibile, e perchè le piene del Reno non durano che poche ore; onde non sussiste, che si perdessero, anzi per la maggiore escavazione del fondo di detto Po si migliorerebbero ec.



SCRIT-

# SCRITTURA

## De' Bologneſi ſopra ai tre Articoli X., XI., e XII., che ſono:

*I. Quali effetti ſia per fare Reno alto in Po mezzano.*

*II. Quali effetti poſſa fare in Po baſſo, e ſe le di lui piene cagioneranno augumento di froldi, e dirupamento d' argini.*

*III. Se le Chiaviche a deſtra, ed a ſiniſtra rimarranno dannificate.*

RIſpetto al primo, quando il Po foſſe mezzano, e vi arrivaſſe la piena del Reno, certo ſi alzerebbe qualche poco più dell'once 8. $\frac{2}{3}$ calcolate nella riſpoſta all' Articolo *9.*; ſupponiamo, che arrivaſſe in tal caſo anco all' altezza d' un piede, e per abbondare, d' un piede, e mezzo: ſarebbe adunque alto il Po piedi 1. $\frac{1}{2}$ di più di quello, che foſſe per eſſere ſenza l'acqua del Reno, ed equivarrebbe ad un Po mezzano d' un piede, e mezzo d'altezza di più; ma il Po alto piedi 1 $\frac{1}{2}$ ſopra la ſua mediocrità non partorirebbe effetto veruno pernicioſo; ed in fatti non ſi pone di guardia ec.; adunque il Reno aggiunto ad un Po mezzano non porterà alcun danno ec.

Le piene del Reno ſono poi di breve durata, ed al più non eccedono 10., o 12. ore; onde a loro cagione non poſſono eſſer meſſi in contingenza gli argini ec.

Vedanſi gli effetti di Panaro quando arriva ſopra un Po mezzano, e tali anco potranno preſumerſi da Reno in parità di condizioni.

Al ſecondo lo ſteſſo proporzionalmente ſi ripete del Reno alto introdotto in Po baſſo, e non ſi vede per qual cagione il Po coſtituito in gran baſſezza, che è tale anco coll'introduzione dell'acqua del Reno, abbia da aumentare i froldi, e dirupare gli argini.

In

In riſpoſta del terzo, circa il danno, che ne potranno ricevere le chiaviche a deſtra, ed a ſiniſtra del Po, ſi diſcorre così. I terreni, che non hanno ſcolo immediato al mare, lo hanno o ne' fiumi, o nelle paludi, e tra quelli, che lo hanno ne' fiumi, che di queſti principalmente ſi parla nel noſtro caſo, altri l'hanno naturale, altri artificiale. Lo ſcolo naturale è proprio di quei terreni, i quali ſono tanto alti, che non poſſono eſſere ſormontati dalle piene de' fiumi, nell' alveo de' quali hanno l'ingreſſo; ma l'artificiale ſi pratica in caſo che ſi ſia obbligato di difenderſi dalle eſcreſcenze del fiume con argini; nel qual caſo, ogni volta che l'acqua della piena ſia tanto alta, che ſi renda ſuperiore al piano delle campagne, che ſi debbono ſcolare, in vece che le campagne tramandino le ſue acque al fiume, queſto piuttoſto inonderebbe i terreni per la ſteſſa ſoce de' condotti deſtinati allo ſcolo, ſe non vi ſi provvedeſſe colle chiaviche deſtinate a levare colla chiuſura delle cateratte la comunicazione tra 'l fiume, ed il condotto; e durante tal accidente è neceſſario, che l'acque piovane ſiano trattenute ne' condotti, e foſſi delle campagne, ſe pure non ſono in tanta copia, che poſſano coprire la ſuperficie del terreno. Quindi quelle campagne, che non hanno caduta ſopra il pelo ordinario del fiume, è di neceſſità reſtino prive di ſcolo; e quelle, che ſono più alte del medeſimo, godono maggiore, o minore felicità a ragione della propria altezza; molti terreni perciò hanno tanta felicità di ſcolo, che appena terminate le piogge, non hanno più acqua ne' loro condotti, ed altri per la poca caduta le tramandano così lentamente, che hanno biſogno di più giorni, ed alle volte ſettimane per liberarſene interamente. Queſte principalmente a cagione di ciò ſi provvedono di condotti quanto più ſi poſſa larghi, e profondi, perchè la larghezza ſuppliſca al difetto della velocità, e la profondità dia caduta alle campagne, e maggior felicità allo ſpianamento dell'acqua; anzi a tale effetto le ſoglie delle chiaviche ſi tengono il più che ſi può ſotto la ſuperficie dell' acqua baſſa.

Al chiudere che ſi fa una chiavica, oppure all'alzamento dell'acqua del fiume, ſi eleva il pelo d'acqua ne' condotti ſino ad equilibrarſi col ſuo principio più alto, e non mai di più; e ſino che l'acqua del condotto non ſia alzata alla ſua ſuprema altezza, ſempre ſcolerà, comecchè vi ſarà ſempre qualche caduta ſul pelo del fiume; e queſta è la ragione, per la qua-

le i chiavicanti non hanno altra regola per chiudere, o aprire la Chiavica, che di vedere se sia più alta quella de' condotti, oppure quella del fiume.

Molte volte succede, che ne' condotti non v'è acqua da scolare; ed in tal caso in ordine a questo motivo torna lo stesso a tener chiuse, o aperte le chiaviche; ma perchè trovandosi i condotti in tale stato, possono venire le piene del Po, e rigurgitando colle torbide, interrirli, quindi torna più conto tener chiuse le chiaviche, che aperte; e chi le lascia aperte, si può vedere spesso obbligato a serrarle per ogni poco d'alzamento d'acqua, che succeda nel fiume, senza che perciò s'impedisca lo scolo alle campagne, le quali però essendo feraci d'acqua, scolerebbero sopra un pelo molto più alto.

Tale chiusura di chiaviche perciò non è mai necessaria, che per quel tempo, che dura la piena, cessando la quale, ritorna la libertà di poterle di nuovo riaprire.

Applicando questo discorso al caso presente delle chiaviche, che si ritrovano nell'una, e nell'altra ripa del Po, chiaramente si vede, che non v'essendo campagna alcuna nè da una parte, nè dall'altra, che non abbia molti piedi di caduta sul pelo basso di esso ( posciachè nel tempo della visita correvano felicemente tutte le chiaviche, ed il Po non era bassissimo; dal che si conosce, che se i condotti avevano caduta, molto più ne avevano i terreni, che scolano ne' condotti ), potrà alzarsi considerabilmente l'acqua bassa del Po per l'aggiunta dell'acque del Reno, senza che perciò si levi lo scolo a' terreni adjacenti.

Che se le chiaviche si chiudono al venire di Panaro, può essere, che ciò molte volte segua per impedire l'interrimento de' condotti.

Per altro quando si chiudessero coll'interrompimento dello scolo, bisogna bilanciare il danno, che vi accrescerebbe il Reno. Consta dalla visita, che molte chiaviche stanno serrate tre mesi dell'anno, altre cinque, sei, otto, e più. Quante piene del Reno verranno a questo tempo? Certo se non tutte, almeno la maggior parte; e perciò è chiaro, che il Reno non opererà cosa alcuna di più di quello farà il Po stesso nel caso presente.

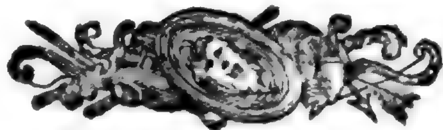
Quando viene la piena al Reno, per lo più viene anco a Panaro, ed agli altri fiumi dell'Appennino. La piena di Reno precede quella di Panaro sei ore: adunque le chiaviche si dovrebbero serrare sei ore prima, e que-

questo sarebbe tutto il danno, che apporterebbe il Reno alle chiaviche; delle quali quelle, che stanno serrate poco ( segno, che hanno gran caduta ) dal venire Reno in Po basso non patirebbero di sort' alcuna; al contrario quelle, che stanno serrate 8., e 9. mesi, poco danno riceverebbero, perchè nel tempo, che stanno aperte, poche piene del Reno verriano; e Dio sa, se in un anno s'incontreria a vedersene pure una, e vedendosene alcuna, forse la somma del tempo, che dovrebbero star chiuse per causa del Reno, non arriverebbe a 24. ore, differenza insensibile, quando anche i condotti non avessero sfogo ad altra parte.

Se poi fosse vero quello, che asserisce il Padre Riccioli nel luogo altre volte citato, che le piene di Panaro vengono prima di quelle di Reno, egli è evidente, che non s'altererebbe mai lo stato delle chiaviche, se non quando venisse o Reno solo, ovvero Panaro, e dopo Reno solo, caso raro, e di poca durata. E poi si dovrebbe anche riflettere, che non ogni alzamento d'acqua bassa del Po fa chiudere le chiaviche, ma solo quello, che supera la caduta degli scoli; ed in tale stato certo è, che una breve piena non può durare, che pochi momenti; onde avendo considerazione a ciò, viene anche a scemarsi il tempo della chiusura delle cateratte.

In somma se si rifletterà seriamente a questo fatto, si conoscerà o la nullità, o la insensibilità del danno, che si suppone fosse per apportare 'l Reno alle chiaviche; e quando vi fosse, non sarebbe in alcuna maniera paragonabile a' tanti benefizj, che nasceranno a tutte tre le Provincie dall' introduzione del Reno nel Po.

Il motivo degl'interrimenti delle chiaviche si tralascia, perchè non merita riflessione veruna, e perchè è stato detto quanto occorreva nel §. 10. della nostra Scrittura al versicolo *Rispetto poi ec.*



# SCRITTURA

## *De' Bolognesi sopra il foglio di replica de' Signori Ferraresi toccante la materia dei punti X., XI., e XII.*

*Al §. Primo* LA forza non consiste sul crescere più, o meno il Po mezzano a cagione dell' acqua del Reno, perchè secondo il di lui diverso stato di mediocrità varia l' alzamento, ma bensì sull' istessa mediocrità del Po, di cui in tutti gli stati si ha esperienza, essendo certo, che la mezza piena del Po poco opererà più, o meno, per esser fatta o dall' acqua de' fiumi col Reno, o senza di esso, purchè il resto delle condizioni s' uguaglino. Si ristringe adunque il dubbio a paragonare il danno, che apporta ne' froldi ec. un Po mezzano di piedi v. gr. 10. in altezza, con quello, che apporterebbe, se per esempio la piena fosse alta due piedi di più, e durasse in tale stato quanto dura quella del Reno, e l' eccesso sarebbe il danno, che farebbe il Reno introdotto nel Po mezzano. A noi certo pare, che tal differenza non vi sia, o pure sia insensibile, ed esagerandola i Signori Ferraresi, s' aspetta all' EE. VV. il giudicar la verità.

*Al §. Secondo che poi le piene del Reno ec.* Per rispondere agli argomenti *ad hominem* replicatamente portati in detto luogo, basterebbe ritorcerli, valendosi per antecedente delle proposizioni de' Signori Ferraresi. Ma noi comecchè sfuggiamo di valerci di simili logiche sottigliezze, per informare l' EE. VV. in materia così grave, ci basta di chiarire la materia. Diremo adunque, che non ogni piena, nè in qualunque stato, o durata deteriora i froldi, perchè non ogni differenza di velocità basta a rodere le ripe ec.; altramente bisognerebbe, che anche il Po basso facesse continuatamente effetti simili, come l' esperienza dimostra ciò non succedere ec.

Perchè si facciano froldi, o si deteriorino, vi vuole l' unione di più cause, come a dire d' impeto sufficiente, e fassi non con una sola direzione, ma vorticoso, tanto orizzontalmente, che verticalmente; e perciò vi si richiede la disposizione delle ripe, le quali tanto più rovinano, quanto più s' ac-

s'accostano al perpendicolo, unica cagione, per la quale i Signori Ferraresi rimediano i froldi con iscaricarli, che vuol dire con renderli inclinati considerabilmente verso il corso dell'acqua, e con levar loro tutti i risaiti, i quali rompendo il corso all'acqua, ma non sufficientemente resistendo, sono la principal cagione di essi. Vi concorrono di più le disposizioni de' fondi, le direzioni delle ripe, del filone ec., come è manifesto, ed apparisce da quanto sopra questa materia hanno lasciato scritto copiosamente gli Autori. La minor parte adunque in produr tale effetto è quella della copia dell'acqua unicamente allegata da' Signori Ferraresi; e questa molte volte è rimedio, essendo certo, che spesso succede, che al cessare d'una piena si trova un froldo, antecedentemente in pessimo stato, o non deteriorato di sorta veruna, e qualche volta anche migliorato dalle deposizioni, che v'ha fatte la piena medesima.

Che in Reno vi siano froldi, non dipende adunque dalla velocità del corso precisamente; ma vi concorre di più l'angustia delle ripe, che non si trova nel Po, siccome la strettezza delle svolte propria de' fiumi piccoli: non vale adunque l'argomento: *Reno corrode le ripe del suo alveo: adunque anco maggiormente rovinerà quelle del Po, introdotto che vi sia.*

*Al §. Che poi s'abbiano ec.* Ci rimettiamo all'osservazione degli effetti di Panaro nell'alveo del Po, non già alle fedi, che si dicono d'esibire, dipendendo tal cognizione non dal giudizio d'occhi materiali, ma da quello d'ingegni sperimentati, e dotti nell'Architettura dell'acque, che sappiano rinvenire le vere cause degli effetti veduti.

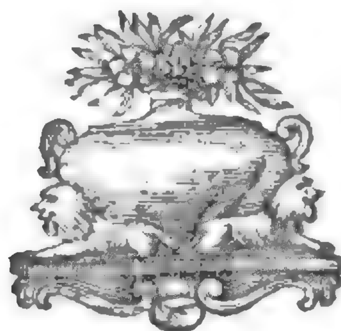
*Al §. Circa ec.* L'alzamento dell'acqua del Reno in Po basso non si niega, siccome non s'impugna quella di Panaro. Che poi da ciò provengano effetti perniciosi, questo è quello, che non si fa vedere ec.

*Al §. Seguente ec.* Per determinare se Reno possa partorire danno alle chiaviche, e di che peso esso sia, bisognava cercare il perchè si fabbrichino, si custodiscano, si aprano, si chiudano ec., ad effetto di levare gli equivoci, e le apparenze, una delle quali si è il dire, che trovandosi in qualunque stato l'acqua del Po, e quella de' condotti, e dato che perciò non dovessero serrarsi le chiaviche, sempre sarà vero, che tanto meno acqua si scolerà per esse, quanto maggiore sarà l'elevazione del Po; atteso che concessa anche tale Proposizione, la quale patisce molte limitazioni, biso-

bisogna per stabilire il danno, prima provare, che tal diminuzione v. gr. fatta oggi, calando il Po dimani, non si ripari, essendo certo, che l'acque trattenute, quando s'apre loro libero il corso, fluiscono con più velocità, come succede ne' fiumi, che risentono il fluido del mare, allo scarico de' quali il flusso predetto niente pregiudica, non cagionando altro che maggiore alzamento del pelo d'acqua, finchè egli dura, e cessando l'uno, cessa l'altro, scorrendo il fiume con più violenza nel riflusso.

Che l'acque de' torrenti, le quali fanno crescere il Po, continuino per molti giorni, può esser vero, parlando di tutti i fiumi dell'Appennino, che vengono successivamente uno dopo l'altro; ma ciò non può applicarsi al Reno, che si considera nella sola sua piena, ed è certo, che cessando questo allo sbocco, dee cessare conseguentemente anco l'altezza, che fa nel Po; adunque non potrà durare tale elevazione, se non quanto dura la piena; e non ha che fare in questo caso la maggiore velocità del Po, perchè questa influisce nell'altezza, e nel far distendere la piena del Reno più presto in se stesso, e conseguentemente farla giugnere più presto al mare, e con pari ragione al cessare della medesima farla tanto più presto mancare nell'alveo del Po, e non, come si asserisce, farla calare più presto di quello che crebbe.

L'infelicità di scoli, che provano i Bolognesi nelle loro campagne, non è un semplice interrompimento di poche ore, come al più sarebbe quello delle chiaviche, che sboccano nel Po, introdotto che vi fosse 'l Reno; ma bensì è continua, ed accompagnata da perpetue inondazioni, che sempre maggiormente s'avanzano; al qual danno non ha veruna proporzione quello, che in contrapposto si pone da' Signori Ferraresi.



SCRIT-

# SCRITTURA

## De' Bologneſi ſopra la replica de' Signori Ferrareſi al foglio de' Bologneſi ſopra gli Articoli VIII., e IX.

*Che ſi concepiſce §. per §. ſecondo l' ordine di eſſi appoſta ſegnati co' numeri nel foglio immediatamente comunicato da' medeſimi Signori Ferrareſi li* 5. *Agoſto* 1693.

*Al* §. 1. QUando ſarà ſtabilita con evidenza l'altezza ragguagliata del Reno piedi 14., allora concorreremo nel ſentimento de' Signori Ferrareſi in queſta parte.

*Il* §. 2. contiene la noſtra obbiezione in ſenſo però diverſo dal noſtro.

*Al* §. 3. Lo ſcaricarſi delle piene del Reno in più, o meno tempo, non arguiſce la velocità dell'acqua, ma ſolo la durazione della cauſa di eſſa: per queſta ragione biſognerebbe, che le piene di diverſa durata, v. gr. una di 10. ore, e l'altra di 20., aveſſero diverſa velocità, coſa contraria al fatto. Il noſtro argomento è ſtato queſto: ſe la piena del Reno aveſſe la velocità di 8. miglia per ora, biſognerebbe, che dopo arrivata al ponte della via Emilia, giugneſſe in dirittura di Ferrara in ore al più 4., ſtante la diſtanza non maggiore di miglia 30.; ma per giugnere dal detto ponte a Ferrara la piena di Reno vi conſuma 10, o 12. ore; adunque la velocità della piena di Reno non è di miglia 8. per ora; e queſto è l'argomento, al quale ſi dee riſpondere; eſſendo perciò il noſtro argomento ſtato concepito con equivoco, non è meraviglia, ſe anche la riſpoſta ha lo ſteſſo difetto.

*Al* §. 4. Anche queſta ſeconda riſpoſta ſi appoggia allo ſteſſo equivoco, e perciò non ſi replica d'avvantaggio.

*Il* §. 5. contiene la ſeconda noſtra obbjezione, nella quale s'include, che

che noi determiniamo la velocità del Po sino a 9., o 10. miglia; il che non si trova in alcuno de' nostri foglj, non avendo noi mai fatta tal determinazione, come non creduta necessaria.

*Al* §. 6. Contiene questo la risposta alla nostra obbjezione; ma batte sempre sullo stesso equivoco d'arguire la velocità dalla direzione delle piene. Il dire poi, che Po ha 300. miglia di lunghezza, e non voler considerare le tortuosità, come s'è fatto per Reno nel §. secondo, è troppa parzialità. La distanza da' fonti del Po a linea retta sino al mare è sopra 300. miglia, e considerando l' andamento del Tesino dal suo principio sino al suo sbocco, e da questo al mare sempre per linea retta, oltrepassa le 350. miglia; ma considerando le tortuosità, poco si scosta dalle 600. E ponendo, che il Po pieno facesse miglia 8. per ora, la sua piena dovrebbe arrivare dal suo principio al mare in ore 75., o siano giorni 3. ore 3., il che non è lontano dalla verità; ma a ragione di 3. miglia per ora stenterebbe per arrivare al mare giorni 8. ore. 8., intervallo esorbitante, ed a ragione di miglia 5. per ora richiederebbe lo spazio di giorni 5; eppure quando regnano scirocchi, e si disfanno le nevi nelle alpi della Savoja, e de' Svizzeri, arriva la piena a Ferrara in giorni tre in circa, come portano le informazioni de' paesani; e quella del Reno, al dire del Padre Riccioli, richiedeva ore 24. per arrivare dal suo principio al Po di Ferrara in distanza di 100. miglia, che sarebbe a ragione di miglia 4. $\frac{1}{6}$ per ora; e perciò la velocità del Reno a quella del Po sarebbe come 4. $\frac{1}{6}$ a 8., quasi come quella, che noi abbiamo dedotta dal calcolo di 9. a 16. $\frac{23}{31}$. Vedasi dunque quanto bene s'accorda con gli effetti osservati il nostro calcolo, e quanto male le supposizioni de' Signori Ferraresi, dalle quali deriva, che Reno dovesse venire dal suo principio a Ferrara in ore 12., quando ne vuole il doppio, e per far lo stesso richiedesse il Po giorni 8., quando 3. bastano.

*Il* §. 7. contiene la nostra obbjezione.

*Al* §. 8., che contiene la risposta, si replica, che l'autorità del Castelli è grande; ma si debbono prendere le di lui parole nel senso, che le porta di probabilità, particolarmente parlando esso d'un fatto da se non veduto, e dipendente dalle altrui relazioni. E poi molto maggior fede esigono le di lui dimostrazioni, che le opinioni probabili; onde non devono i Signori Ferraresi ridurre allo stato di probabili le di lui Proposizioni dimo-

stra-

ſtrate, e donare poi l'evidenza alle mere probabilità. In oltre facilmente ſi può conciliare il ſentimento del Caſtelli con quello del Cabeo. Il primo dice, che l'accreſcimento del Tevere ſeguito ſenza piogge, e disfacimento di neve fu *per il ritardo dell' acque*, ed aggiunge *da gagliardiſſimi, e continuati venti*, e queſto noi crediamo foſſe veriſſimo, perchè in due maniere può intenderſi, che il vento ritardi la velocità dell'acqua ne' fiumi, o mediatamente, o immediatamente. Il primo col far gonfiare il mare, e tale deve eſſere ragionevolmente il ſentimento del Caſtelli; il ſecondo col ſoffiare contro la corrente; e queſto è quello, che è negato con verità dal Cabeo, nè occorre portare la dubbietà del *mihi videor &c.* di queſto Autore, perchè tal detto caſca ſopra l'inſenſibilità; e di fatti chi aveſſe dimandato al Cabeo, ſe il vento fa elevare il Po un piede, non avrebbe riſpoſto: *mihi videor obſervaſſe &c.*; ma avrebbe detto *ſe equidem obſervaſſe non &c.*

S'aggiunge, che l'efficacia del vento finalmente deve avere i ſuoi limiti, oltre i quali non paſſa, cioè che può far gonfiare il Po tanto, e non più; ed è ragionevole il credere, che gli argini di eſſo ſiano d'altezza proporzionata a contenere tal gonfiamento, con di più il vivo neceſſario; ma è ſtato dimoſtrato da noi, che nelle ſezioni quanto più ſon grandi, ed indebolita la velocità, tanto minore deve eſſere l'augumento di velocità per ſcaricare maggior acqua, e che queſto poco di velocità ogni poco d'altezza maggiore la dà: adunque checchè ſia dell'impedimento fatto da' fluſſi marini, e dal vento, che pure neghiamo, non dovrà farſi per l'introduzione di Reno altiſſimo in Po altiſſimo nè anche l'elevazione dell'once 8. $\frac{2}{7}$ da noi aſſerita; e queſto dee ſervire per riſpoſta a ciò, che ſi deduce dal Corollario 9. del Caſtelli nel fine, che le condizioni ſono quelle, che diverſificano i caſi, e che trattandoſi d'un fiume arginato, e premunito contro tutti gli effetti delle cauſe accennate, non vale la dottrina allegata, che ſolo s'adatta al Tevere diſarginato.

*Al* §. 9. Non s'applica l'eſempio delle Lagune di Venezia con queſto del Po, perchè in quello ſi trova l'acqua equilibrata, e ſenza contraſto, e quì diſequilibrata, e col contraſto della corrente.

*Nel* §. 10. s'adduce un'altra noſtra obbjezione.

*Il* §. 11. riſponde col Corollario 8. del Padre Caſtelli, che non toglie immaginabilmente la difficoltà.

*Al* §. 12. S'aggiugne un'altra rispoſta all'obbjezione del §. 12.; ma si replica, che a noi non è mai occorſo vedere, che l'acqua de' fiumi ne' siti stretti si alzi, e s'abbassi ne' larghi, bensì il fondo dell'alveo, che nel primo caſo s'abbaſſa, e s'alza nel ſecondo; e ſe i Signori Ferrareſi hanno luogo, dove ſi faccia tale oſſervazione, ſono pregati ad indicarcelo, perchè poſſiamo ſoddisfarci. Ne' froldi ſi eleva qualche poco l'acqua di più, che nelle ripe oppoſte ad eſſi, e ciò naſce dall'impeto, che viene rintuzzato dal froldo; onde ſiccome tale alzamento è viſibile, così dovrebbe molto più eſſere oſſervabile nel fiume, contro il quale tutto opera il vento; ma non ſi oſſerva: adunque ec.

Il riſtagno del mare da noi non ſi niega; ma per vedere quanto operi nel caſo noſtro, conſideriſi la dimoſtrazione da noi eſibita ſopra queſta materia.

*Al* §. 13. Il ſentimento del Caſtelli intorno al reciprocarſi le ſezioni de' fiumi colle loro velocità è dimoſtrato alla Propoſizione 3. del Primo Libro, ed è replicata *in terminis* al Corollario 4., benchè ivi non eſprima la proporzione. Il Baliani ripete lo ſteſſo *de motu gravium* Lib. 5., Prop. 2., ed è aſſunto dal Torricelli *de motu gravium* Lib. 2., ed in fine pag. *mihi* 197., il Riccioli Geografia riformata Lib. *6.* cap. *27.* pag. 17., e pag. 10. *in terminis*; e benchè aſſeriſca poi ſuccedere qualche irregolarità, dimoſtreremo in queſta materia quanto occorre.

Primo ſupporremo, che il Po corra ſempre nel mare o ſoſtenuto, o no da' venti, e dal gonfiamento del mare; la ragione è manifeſta, perchè altrimenti in un tratto ſormonterebbe tutti gli argini.

Secondo, che durante gl'impedimenti nella maniera di prima, quando il Po ſarà elevato a quell'altezza, che eſſo più non accreſca, o ſminuiſca, tanto d'acqua eſce dallo sbocco, e corre per qualſiſia ſezione nel primo tempo, che nel ſecondo. Ciò pure è manifeſto, perchè ſe lo sbocco ſcaricaſſe più acqua di quella, che viene, s'abbaſſerebbe il Po, ſe meno, s'eleverebbe, l'uno, e l'altro contrario al ſuppoſto.

Tav. 19 Fig. 6. Poniamo adunque, che A B, D C ſia lo sbocco del Po nel mare nel tempo, che è baſſo, e che l'acqua, che eſſo ſcarica in un dato tempo, ſia conformata in un priſma retto, di cui la baſe ſia lo sbocco A B C D; certo è, che avrà qualche altezza, o lunghezza, che ſupponiamo ſia C E, e que-

e questa sarà la velocità media dello sbocco A B D C, e la quantità assoluta dell' acqua sarà un prisma, di cui la base A D, e l' altezza C E.

Supponiamo ora, che il mare si elevi, e con esso anche il pelo d' acqua del Po, e l' alzamento sia fino in F G, e lasciamo, che l' acqua del Po faccia la sua superficie permanente, cioè che più non si elevi, nè s' abbassi. Correrà adunque per la prima supposizione non ostante l' acqua del Po in mare, ma per lo sbocco fatto maggiore F D; e perchè si suppone, che il Po non porti maggiore, nè minore corpo d' acqua prima del gonfiamento del mare, di quello faccia dopo il gonfiamento, e che la superficie del Po già sia resa permanente, dovrà scaricarsi per l' apertura dello sbocco F D in tempo uguale la stessa quantità d' acqua, che si scaricava prima del gonfiamento; e perciò conformata questa quantità in un prisma, di cui la base sia lo sbocco F D, sarà la di lui altezza v. gr. G I la velocità media dello sbocco F B; perchè adunque il prisma d' acqua uscito dallo sbocco A D prima del gonfiamento è uguale al prisma uscito dallo sbocco F D, saranno le basi di tali prismi reciproche all' altezze; ma le basi sono gli sbocchi, e l' altezze sono le velocità: dunque le velocità saranno reciproche agli sbocchi; ma gli sbocchi hanno la proporzione delle altezze: adunque le velocità hanno fra di se proporzione reciproca delle altezze; che ec. S' applichi questa dimostrazione alle sezioni diverse dello stesso fiume, e lo stesso si dimostrerà di questa ec.; nè vale ciò, che adduce il Riccioli, che i fiumi reali gonfiano più lontano dal mare, che vicino ad esso, attribuendo la causa all' incontro de' flussi marini; perchè ciò non è vero, che nel tempo fuori delle maree, e nasce dagl' impedimenti, che fanno le sponde, ed il fondo al corso dell' acqua, le quali scemano, quando il fiume s' avvicina al suo spianamento; e molto meno osta il soggiungere, che *fluvius non deonerat in mare tantam aquam, quantam ante æstum, sed immo recipit aquam a mari*, perchè ciò non è vero, che ne' primi momenti del ristagno, ne' quali sminuita la velocità, e non acquistata l' altezza sufficiente per fare la proporzione reciproca accennata, resta trattenuta nell' alveo una parte dell' acqua del fiume, il quale perciò gonfia; ma giunto che sia il gonfiamento al segno, che le altezze, e le velocità si reciprochino, non si fa maggiore, e torna a scaricarsi nel mare la stessa quantità d' acqua di prima,

fegno di che fi è il non trattenerfi più alcuna parte d' acqua nell' alveo del fiume, e perciò non crefce l' altezza.

Nel cafo poi del ritardo fatto dal vento, non fi vede come fi nieghi da' Signori Ferrarefi quefta Propofizione: *ma le altezze dell' acqua prima, e dopo il ritardamento non hanno proporzione fenfibile*; perchè fe il Cabeo offervando attentiffimamente, non ve la feppe trovare, come fi potrà mai afferire, che il fiume trattenuto dal vento fia fenfibilmente più alto, che non trattenuto? E poi fe foffe fenfibile tal differenza a cagione del vento, non potrebbe cadere in controverfia veruna, comecchè il corfo del vento contrario effendo frequente, gli effetti farebbero noti a chi fi fia.

*Il* §. 15. contiene un' altra noftra oppofizione.

*Al* §. 16. Quando il Po abbandonò l' alveo di Ferrara, non lo lafciò del tutto fino all' anno 16. . . perchè nell' efcrefcenze correva verfo Ferrara accompagnato con Panaro; onde le piene tutte di quefto, che sboccavano in Po alto, non mai andavano nel ramo di Venezia. Quando poi Panaro fu obbligato a fcorrere nel Po alla Stellata, fu intrufa la piena di effo nel Po di Venezia, e trattenuta in effo Po quella parte d' acqua del Po, che prima nelle piene correva verfo Ferrara. S' è dato dunque il cafo, che il ramo di Venezia non avvezzo a portare nelle piene, che una parte dell' acqua del Po, reftò di slancio obbligato a portarla tutta, e di più tutta quella di Panaro, e pure non crebbe fenfibilmente, non oftante che, fecondo il calcolo de' Signori Ferrarefi, avrebbe dovuto per l' intromiffione di Panaro alzarfi la piena di Po fette piedi, e tanto più, quanto richiedeva l' acqua di effo nuovamente obbligata a correre pel ramo di Venezia. S' avverte poi, che il noftro argomento non ha forza fopra gli argini di Panaro da Bondeno alla Stellata, ma fopra quelli del Po dalla Stellata in giù.

*Nel* §. 17. fi trova efpreffa un' altra noftra obbjezione.

*Al* §. 18., che rifponde alla predetta oppofizione, fi replica, che introducendo il Reno nel Po o in un luogo, o in un altro, anzi non introducendolo, non fi varia la proporzione dell' acqua del Reno a quella del Po dedotta dal calcolo de' Signori Ferrarefi come 1. a $4\frac{1}{2}$, comecchè effa dipende da un calcolo puramente aritmetico. Se poi tale proporzione fia confentanea alla ragione, lo giudichi chi ha veduto l' uno, e l' altro de' fiumi predetti.

*Il* §.

*Il* §. 19. porta un'altra delle nostre obbjezioni, e si ripete al §. 21.

*Il* §. 20. esamina la proporzione dell'acqua del Reno, e del Po; ma si replica, che nè autore, nè ragione veruna suggerisce di misurare l'acqua de' fiumi cogli stessi mezzi, co' quali si trova la capacità dell'alveo dalla sua origine sino al fine, come quì si vede praticato; perchè volendo sapere l'acqua, che porta la piena d'un fiume, bisogna tener conto del tempo, che dura, e della velocità, colla quale corre, e la lunghezza dell' alveo non v'ha che fare; perchè più acqua non porterà il Reno per avere l'alveo sboccante al mare, di quello porti scaricandola nella valle. Ciò pensiamo possa bastare per far apparire l'erroneità di tal metodo; per altro diremmo, che non si sa quali siano le misure, che s'adoprano per rinvenire li piedi cubi 47999 8800., che si dicono essere il corpo di tutta l' acqua del Reno, e per qual cagione in vece delle miglia 57., che pajono attribuite alla lunghezza dell' alveo del Reno, non si prenda tutta la distanza dal principio di esso al mare, come s'è fatto del Po: aggiungeremmo, che l'alveo d'un fiume non è dell'istessa altezza, e larghezza per tutto; e perciò volendo anche misurare la capacità d'un alveo, non si può applicare la larghezza, e profondità d'una sezione a tutto il tratto di esso, particolarmente quando il fiume viene di tanto in tanto accresciuto da altri influenti ec. Il restante del calcolo, come appoggiato sopra falso fondamento, e piuttosto adattato a misurare acque stagnanti, che correnti, si tralascia.

*Al* §. 22. Si risponde all'obbjezione del §. 19., e 21.; ma i Bolognesi replicano, facendo questo dilemma: o l'acqua del Po a Lago scuro è stata fin ora qualche volta sostenuta da' venti, e flussi marini, o no; se no, adunque tali cause non potranno operare almeno in tal luogo; se sì, adunque non ostanti tali impedimenti, non si eleva più di piedi 32.; ma operando tali cause, si dice da' Signori Ferraresi, che il Reno alzerà il Po piedi 7.: adunque 46. Reni, de' quali si dice costare l'acqua del Po nella seconda replica, sarebbero d'altezza piedi 322. Tale esorbitanza non si può dire: adunque bisogna dire, che l'acqua del Reno non alzerà il Po piedi 7., nè 4., nè 3., nè 2., nè 1., ma solo once 8. $\frac{2}{3}$, come nasce dal dividere li piedi 31., o 32. di altezza del Po egualmente in Reni 46.

La verità si è, che l'acque nell' alzarsi di corpo accrescono la veloci-

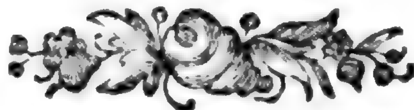
tà:

tà: che i venti contrarj non ritardano loro il corso sensibilmente; che i flussi marini operano, e che minore altezza fa un fiume tributario aggiunto ad un reale, in tempo che è ristagnato, che quando corre liberamente senza ristagno. Nè vale a dire, che il Reno s' introdurrà in luogo, dove manca la caduta, e comincia il ristagno, e perciò ivi sarà maggiore l' altezza; perchè dato anche tal supposto non vero, già si discorre d' introdurlo nel luogo, dove operando tutto quello, che possono i venti contrarj, e flusso marino, il Po non s' eleva più di piedi 31., e 32., cioè a dire dove è costituito in tal velocità da scaricare coll' altezza di once 8. 4., come viene calcolato dagli stessi Signori Ferraresi, un corpo d' acqua eguale a quella di Reno.

Che dunque s' ha da dubitare della verità del nostro calcolo, mentre anche lo stesso de' Signori Ferraresi, appoggiato sopra i loro supposti, non ne dà di vantaggio?

*Al* §. 23. Che l' opinione del Castelli non si dimostri per vera, non se ne fa caso; ma ciò non si verifica della Proposizione, sulla quale abbiamo appoggiato, comecchè dimostrata, e concordante coll' esperienze, anche a vantaggio dell' operazione; anzi col detto conforme di più testimonj esaminati nelle visite Borromea, e presente, che depongono, che Panaro alto non fa che crescere Po alto più di mezzo piede; e chi dubita che Panaro, e Reno non siano due fiumi d' egual quantità d' acqua?

*Al* §. 24. Che non si possano calcolare le quantità d' acque col fondamento della sola proporzione della velocità, senza sapere la quantità di questa, è sentimento non uniforme a quello di chi ha scritto sopra questa materia, e dimostrato in più luoghi da diversi autori altre volte citati; anzi senza tal proporzione, o abbiasi in termini reali, o pure astratti, non si può fare cosa buona. Perciò non ci estenderemo a rispondere a questo nuovo sentimento.



SCRIT-

# SCRITTURA

## De' Bolognesi sopra li tre Articoli XIII., XIV., e XV., che sono:

*I. Se si accresceranno gl'interrimenti nel Po con perdita del Porto di Goro, e degli scoli del Polesine di Ferrara.*

*II. Se la linea del Po grande dopo il taglio Veneto si sia prolungata, e se ciò possa succedere senza rialzamento di fondo.*

*III. Degli effetti, che ha prodotto nel Po grande l'introduzione di Panaro.*

CErto è, che gl'interrimenti del Po non possono figurarsi che alla foce, o per dir meglio sopra gli scanni, e spiagge del mare, non mai nell' alveo proprio; perchè dove è velocità di moto non segue interrimento; ma nell' alveo del Po si trova in ogni stato velocità di moto: adunque nell' alveo del Po non succederà interrimento.

Considerando adunque gl' interrimenti degli scanni, si dice, che bisogna distinguere l'articolo in più casi. Il primo è, che il Po si sparga per qualche sacco di poco fondo, piuttosto laguna, che mare: il secondo, che s' incammini parallelo alla spiaggia: il terzo, che s' inoltri a dirittura nel mare. Il primo caso è succeduto dopo il taglio Veneto, detto di Porto Viro, quando il divertito dal ramo delle fornaci fu voltato nella sacca di Goro; ed in tale stato di cose non v' ha dubbio, che succedono interrimenti, come di poi è seguito, obliterandosi la detta sacca interamente; ed il simile ha fatto il Lamone in quella di Testa d'Asino. Interrita la sacca di Goro, e cessato il primo caso, n'è seguito il secondo, mentre ora si vede dal ramo della Donzellina inoltratosi considerabilmente non nel mare, ma radente la ripa di esso fino ad unire le acque proprie con quelle del ramo

d'A-

d'Ariano; e ciò fa bensì una grandissima apparenza d'interrimento, perchè ordinariamente si misura colla lunghezza del fiume; ma in sostanza è poco, se si riferisce al ritiro del mare, che è quello, che nel nostro caso bisogna considerare. Il terzo caso finalmente si vede ne' rami della Doana, e della Balliona, che più degli altri sboccano a dirittura nel mare. E questi non ostante portino il maggior corpo dell'acqua, poco s'avanzano nel mare, e per conseguenza pochi sono gl'interrimenti, che da essi procedono, e sempre minori si renderanno, quanto più s'avanzeranno a trovare il profondo del mare.

Non neghiamo, che per l'accrescimento dell'acque del Reno a quelle del Po non succedano alluvioni maggiori delle presenti, non tanto però, quanta è la proporzione della torbida di Reno a quella del Po; ma molto minore, perchè attesa la velocità, che aggiugnerà il Reno a quella del Po, tanto più saranno portate al largo del mare le torbide, e perciò saranno deposte nel più profondo senza manifestarsi sopr' acqua.

Si considerano gl'interrimenti predetti o in ordine a se medesimi, o in relazione degli effetti, che possono produrre. In ordine a se, certo non sono perniciosi, perchè aggiungono terra [illegible] abitazione degli uomini, e popoli alla giurisdizione del Principe. Gli effetti poi di essi non si vedono asseriti che due, cioè del Porto di Goro, ed intersecazione, e prolungamento della linea de' condotti, o siano scoli del Polesine di Ferrara.

Rispetto al primo si dice, che il Porto di Goro, o sia d'Ariano non si perderà, anzi si migliorerà coll'introduzione di Reno in Po, e si prova così: l'accrescimento dell'acqua ne' fiumi, che sboccano al mare, profonda la loro foce, non ostante tutti gl'interrimenti laterali: adunque unendosi l'acqua di Reno a quella del Po, si profonderà maggiormente la bocca di questo nel mare; e tanto più profonda, e capace si renderebbe, se fosse vero, che la proporzione del Reno pienissimo nel Po pienissimo fosse quella di 1. a 4.$\frac{1}{2}$; ma le foci de' fiumi son quelle, che in queste spiagge per lo più si chiameranno porti: adunque si renderanno tanto più profondi li porti; ma questi tanto sono migliori, quanto più profondi: adunque i porti, tra i quali quello di Goro, si renderanno migliori. Secondo, l'esperienza ha mostrato, che dopo che fu voltato Panaro al Po grande, ed obbligata tutta l'acqua di questo a correre pel ramo di Venezia, il Po d'Ariano s'è maggiormente scavato: adunque voltandovi anche il Reno, maggior-

giormente ſi ſcaverà; l'antecedente è dimoſtrato dal Sommario 14. della noſtra ultima Scrittura, e la conſeguenza è manifeſta. Terzo, ſe il Ramo della Donzellina s'uniſce ſtabilmente, come di già ha cominciato a fare, con quello d'Ariano, chi negherà, che l'unione di queſte due acque, sboccando con maggior forza nel mare, non radeſſe in gran parte lo ſcanno, che ſta davanti al Porto di Goro, e non aggiugneſſe maggior corpo d'acqua al medeſimo? Due condizioni ſommamente deſiderabili per renderlo in buono ſtato; ma tale unione farebbe più preſto il Po unito all'acque di Reno, che ſolo: adunque l'acqua del Reno coopererebbe a rendere più preſto migliore il Porto di Goro.

Riſpetto poi agli ſcoli del Poleſine di Ferrara, il danno de' quali ſi dice conſiſtere nel prolungamento della linea, queſto non ſi può ſtimare, che col conſiderare la loro natura, e gli effetti di detto prolungamento. La caduta di piedi 13. o. *6.* del Cavo del Barco ſino al mare miſurata nella viſita Corſini, diſtribuità che ſia in miglia 50., dà per miglio once 3. piedi 1. $\frac{14}{25}$; ſupponiamo, che la linea s'accreſca miglia 10., allungamento da non ſuccedere in molti ſecoli, in maniera che la detta caduta di piedi 13. o. *6.* s'abbia da diſtribuire in miglia *60.*, ed allora ne verrà per miglio once 2. piedi 7. $\frac{3}{10}$; e perciò faranno l'acque de' ſcoli meno inclinati al piano baſſo del mare once o. piedi *6.* $\frac{13}{50}$ per miglio, differenza inſenſibile, e da non partorire effetto veruno. Altra dunque è la cauſa del deterioramento degli ſcoli del Po di Ferrara; ed alle allegate nella noſtra Scrittura al §. *9.* verſ. *per accertarſi ec.* non laſciamo d'aggiugnere, che le bonificazioni ſubito dopo fatte appariſcono di ſuperficie più alta di quello ſiano dopo qualche tratto di tempo; la ragione ſi è, che il terreno, bagnato per lungo tempo dall'acqua, ſi fa poroſiſſimo, e leggiero, e però s'alza di ſuperficie; ma aſciugato che ſia, comincia a condenſarſi, e conſeguentemente ad abbaſſarſi: adunque è poſſibile, che le bonificazioni del Poleſine di Ferrara, in tempo che erano più alte, poteſſero ſcolare, ed ora che ſono più baſſe, ſiano reſtate prive di ſcolo non per difetto de' condotti, o del prolungamento della linea di eſſi, ma per colpa de' medeſimi terreni abbaſſati di ſuperficie. Finalmente ſe tutto ciò non oſtante ſaranno capaci di ſcolo, lo potranno avere nel Po di Volano, ſenza temere ( ſecondo lo ſtato preſente di coſe ) mai più prolungamento di linea.

## Al Secondo Articolo.

SI risponde, che il prolungamento della linea del Po si dee intendere in due maniere, paragonando cioè lo stato presente o coll' antico prima del taglio di Porto Viro, o col più moderno dopo seguito detto taglio. Comparando lo stato presente coll' antico del Po delle fornaci, diciamo, che la linea presente ora è più breve dell' antica, come si può vedere dalle piante dell' uno, e dell' altro; ma nell' altro paragone non neghiamo, che il corso presente del Po non si sia avanzato nel mare più di quello fosse immediatamente dopo il taglio Veneto; non però tanto, quanto si suppone da chi misura l' allungamento pel ramo della Donzellina, mentre dee prendersi allo sbocco maggiore, cioè alla Balliona, e alla Doana.

Se il prolungamento della linea operi, o no nell' alzamento del fondo de' fiumi, che corrono, quasi che orizzontale, non ci arrischiamo di determinarlo; ma supposto che sì, ci assicuriamo bene di dire, che tale alzamento non può rendersi sensibile in pochissima pendenza, quale è quella del Po, ed in così grande distanza. Aggiungiamo, che introdotto che fosse Reno nel Po di Lombardia, comecchè necessariamente scaverebbe il fondo del Po per augumento dell' acqua, sarebbe esso il rimedio del rialzamento del fondo procedente dall' allungamento della linea.

## Al Terzo Articolo.

GLi effetti di Panaro dopo la sua introduzione nel Po son molti.

Primo, il Po s' è profondato, ed allargato corrodendo molte spiagge arenose, che aveva nel fondo.

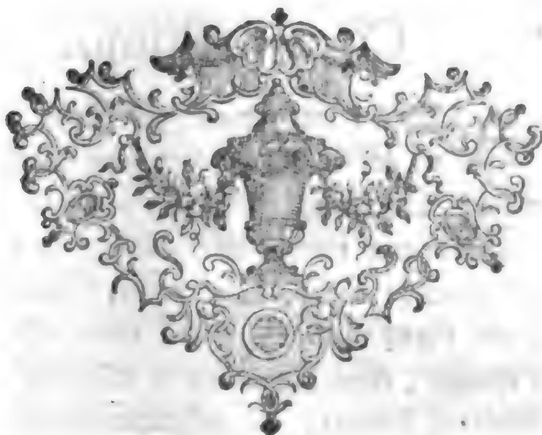
Secondo, le piene del Po dopo l' introduzione di Panaro si son fatte sempre meno alte, come costa da' confronti registrati nel Libro intitolato: *Raccolta di Scritture concernenti la rimozione del Reno ec.* a cart. 84. num. 8. 9. 10. 11. 12.

Anche nella visita ultima è stato mostrato alla Chiavica Pilastrese un segno, che nella visita Borromea fu detto di guardia, ed in que-

questa di somma escrescenza; sotto il quale però la piena dei 13. Giugno prossimo passato è restata once 17.; eppure per confessione di tutti questa è stata una delle più grandi, non mancandovi anche secondo il senso de' più scrupolosi, che due, o tre once al più per arrivare al segno delle massime escrescenze; e bisogna necessariamente fosse così; perchè se in alcuni luoghi sono stati necessarj i soprasoglj, perchè l'acqua non sormontasse gli argini, crescendo once 17. di più, sarebbe stato quasi impossibile il difendersi.

Terzo, non sono perciò seguite tante rotte, come per l'avanti, come costa dal Sommario settimo della Scrittura de' Signori Ferraresi, dove si numerano otto rotte seguite nel Po dall'anno 1561. sino al 1596., e sole tre dal 1596. al 1686., ed in questo intervallo cominciò a correre Panaro nel Po di Venezia.

Quarto, il Ramo d'Ariano s'è reso più profondo di prima, come già s'è detto ec.



# SCRITTURA

## De' Bolognesi al foglio de' Signori Ferraresi sopra la materia degli Articoli XIII., XIV., XV., che sono:

*I. Se si accresceranno gl' interrimenti nel Po con perdita del Porto di Goro, e degli scoli del Polesine di Ferrara.*

*II. Se la linea del Po grande dopo il taglio Veneto si sia prolungata, e se ciò possa succedere senza rialzamento di fondo.*

*III. Degli effetti, che ha prodotto nel Po grande l' introduzione di Panaro.*

## Circa il Primo.

*Al §. Al primo de' quali ec.* ALtro è l' interrimento dell' alveo del Po, o sia alzamento del di lui fondo, altro quello alla foce, ed altro, che si fa lateralmente sulle spiagge Rispetto ai primi due, costantemente si niega siano per seguire con tutta l' introduzione di Reno, e se n' è detto nel nostro foglio il perchè; e rispetto al terzo, si concede; ma non ha che fare colla perdita del Porto di Goro, che si trova alla foce del Ramo d' Ariano, non nelle spiagge, dove succedono le alluvioni. In particolare degli scoli del Polesine di Ferrara, s' è sufficientemente esaminato nel nostro foglio al §. *Rispetto poi agli scoli ec.*; il che crediamo possa bastare per escludere l' asserzione contraria.

Cir-

# Circa il ſecondo.

*Al §. Si riſponde ec.* NEl ſenſo inteſo da' Signori Ferrareſi ſi concorre nell'aſſerire l'allungamento della linea del Po, col rifleſſo però di tutte l'altre conſiderazioni fattevi ſopra da noi.

*Al §. Che poi queſta prolungazione ec.* Se l'alzamento del fondo del Po a cauſa dell'allungamento della linea non aveſſe altro fondamento, che l'aſſerito in queſto §., da noi aſſolutamente ſi negherebbe, e non ſe ne ſoſpenderebbe il giudizio, come ſi fa ſul rifleſſo d'altre più potenti ragioni; poichè non ſuſſiſte, che in tanto s'allunghi la linea, in quanto s'interriſce la foce, ma ſolo perchè le depoſizioni laterali, fatte ſopra ſpiagge di poco fondo, formano le ripe dove antecedentemente non erano, laſciando però ſempre la ſteſſa apertura allo sbocco, che per tal cauſa continuamente s'avanza. Secondariamente, il dire, che il fiume prova difficoltà a sboccare nel mare, non ha che fare col prolungamento della linea; perchè quando ſucceda, come molte volte accade ne' rami minori, particolarmente contraſtati dalle burraſche, ſi aprono queſti altro sbocco più breve, e più facile ad altra parte, e perciò più preſto s'abbrevia, che s'allunghi la linea. Terzo, l'impedimento, che fa il fondo nello sbocco, o l'alveo al corſo dell'acqua cagiona sì, che la velocità del fondo, *ex natura rei* maggiore, che nel mezzo, diventa minore; ma però non come ſi aſſeriſce quaſi ſtagnante in maniera da laſciar deporre le torbide; altrimenti ſeguirebbero continui alzamenti negli alvei de' fiumi, e tutte le foci di eſſi in breve tempo ſi obliterarebbero.

Da queſti motivi addotti non ſiamo perſuaſi, che al prolungamento della linea debba neceſſariamente ſuſſeguire in ogni caſo l'elevazione del fondo de' fiumi; certo nel Po non ſe ne trova indizio veruno, non oſtante la linea più lunga, come ſi dice, di 14. miglia.

La noſtra difficoltà conſiſte in determinare, ſe quando il fiume per l'abbondanza dell'acque ha acquiſtato tanto di velocita da ſuperare la contiguità delle parti coſtituenti il proprio fondo, ſino a ridurle ad un piano orizzontale, poſſa perderla col prolungamento della linea; e perchè non ſappiamo per ora determinarlo, ſiamo sforzati di tenere in ſoſpeſo la riſoluzione

ne

ne di questo quesito. Camminando però secondo le regole comuni de' fiumi minori, che richiedono inclinazione di fondo, sappiamo di certo non potere tale alzamento, quando vi fosse, riuscire che insensibile.

## Circa il terzo.

*Al §. Sono li seguenti ec.* CHe il Panaro faccia crescere l'acqua del Po, non si niega, essendo giustificato il di lui alzamento circa mezzo piede. L'impedimento delle chiaviche è effetto del Po, non di Panaro, e per applicarlo a quest'ultimo, bisognerebbe mostrare o terreni perduti per difetto di scolo dopo l'introduzione di Panaro, che non si possono dedurre, anzi piuttosto noi potremmo addurre in contrario la bonificazione di sotto, e di sopra, che scolano alle chiaviche della Ca Rossa, e di Occhio Bello fatte dopo la rivolta non solo di Panaro, ma di tutto il Po nel ramo di Venezia; oppure far apparire quale, e quanto sia il deterioramento della caduta delle chiaviche predette colla comparazione dello stato antico col moderno, che noi crediamo migliorato dal considerare, che determinando i Signori Ferraresi nel loro foglio l'estremissima bassezza del Po, forse da misure più antiche, alla soglia della Chiavica Pilastrese, in oggi molto più s'abbassa, come dal detto comune di più testimonj esaminati in questa visita; come di fatti s'abbassano le soglie dell'altre chiaviche, come di quella della Massa, e più anticamente della Pilastrese.

*Al §. Causa pure ec.* Quello, che s'è detto nel nostro foglio antecedente in questa materia, si ripete in questo caso.

*Al §. Ha causato nel Po ec.* Che li froldi descritti siano effetti di Panaro, ha bisogno di gran prova, non bastando le fedi allegate per dilucidarlo.

*Al §. Nè occorre ec.* Concediamo, che li froldi, che si trovano a Lago scuro uno di rincontro all'altro, sieno effetto dell'accrescimento dell'acqua del Po per intromissione di Panaro; ma non li crediamo causati, che dall'angustia dell'alveo, che si ritrovava in quel sito, la quale cessando, esse pure terminano, come che non hanno causa perenne, come gli altri.

*Al §. Ha apportati ec.* L'isole si formano ne' fiumi per più cagioni.

La ma-

La materiale certo è la sabbia, e lezza portata da' fiumi; l'efficiente poi è un rallentamento di moto fatto in quel sito da qualsisia causa; ma niente di ciò prova, che il Bonello della Stellata sia stato fatto da Panaro, essendo notato nella visita Centurioni, più antica della di lui introduzione, nè che l'alveo del Po sia stato interrito da Panaro, se non in quel luogo particolare, in cambio del quale se l'avrà presa in altra parte quanto gli bastava, o pure per la troppa dilatazione si sarà ristretto in alveo sufficiente, e non eccedente. Che sia accresciuto detto Bonello, non si niega, ma l'accrescimento non prova cosa alcuna di più di quello che faccia la sua prima produzione.

*Al §. Nè può dubitarsi ec.* Che essendosi affondata una Barca di Botti in Panaro, ed alcuna di queste sia stata portata sul Bonello della Stellata, non prova, che tale traslazione sia stata fatta dalla corrente di Panaro, mentre può esservi stata spinta dal vento, o dall'impeto concepito nel venir giù per Panaro galleggiando, che l'abbia fatta trascorrere dalla corrente di Panaro in quella del Po, e da centomila altre cause differenti da quello, che si pretende provare.

*Al §. Secondariamente ec.* Rispetto all'interrimento del Po, già s'è detto quanto occorreva in questo, ed altri foglj; nè quì si prova con maggiori argomenti, che gli argini sieno stati rialzati, cioè ritornati alla primiera loro elevazione; poco prima della visita Borromea, può essere, perchè tutti gli argini, particolarmente che servono per vie pubbliche, come quelle del Po, col tempo s'abbassano, ed hanno bisogno di riparo; ma che si sieno elevati di più per l'interrimento del Po, o per l'alzamento delle piene, si niega; anzi s'è mostrato il contrario altre volte, da' confronti delle misure della visita presente con quelle delle più antiche; e rispetto all'alzamento degli argini del Po d'Ariano, abbiamo detto quanto occorreva nel congresso antecedente.

*Al §. S' aggiungono le rotte ec.* Anche nella visita Corsini furono esagerate le rotte seguite negli argini di Panaro, dopo che dal Signor Cardinale Capponi fu intieramente rivoltato al Po grande, e si dicevano seguite come ora per cagione di detta introduzione; ma quando questo degnissimo Prelato volle saperne il netto, trovò, che dette rotte erano seguite per causa di topinare, e ne restò assoluta la rivolta di Panaro. Ciò

costa

costa dal rogito fatto dal Notajo Donati li 16. Aprile 1625., e dalla Relazione di Monsignor Corsini predetto al §. *La verità si è ec.*; e fu la cagione, che l'obbligò a soggiungere: *non posso quì astenermi di dire, che si converrebbe in somiglianti negozj camminare più sinceramente.*

*Al §. Siccome in esso Po ec.* Che sieno seguite rotte negli argini del Po, non si contrasta. Vediamo bene, che dopo che Panaro corre nel Po, succedono meno frequenti di prima; onde piuttosto, se da ciò dovesse prendersi argomento, dovrebbe dirsi, che Panaro è il rimedio delle rotte, non la cagione, tralasciando di notare quello, che si dice in proposito della rotta alla Trombona, cioè che essa seguisse nel sito della Coronella più forte, perchè ciò involve una manifestissima contraddizione.

# RISPOSTA

## De' Bolognesi agli Articoli XVI., e XVII., che sono:

*I. Se messo il Reno in Po Grande, si sia provveduto d'un rimedio reale alla parte destra del Po di Primaro.*

*II. Di che spesa possa essere questa introduzione.*

## Circa il primo.

IL nome di rimedio reale può avere diverse significazioni. Prima può intendersi per sicuro, secondo per perpetuo, terzo per adequato, quarto per universale.

La perpetuità all'immissione del Reno nel Po non si può negare, perchè, se in diversi tempi è corso nel Po, e se abbandonato, ha sempre tentato di unire la propria alla di lui corrente, non si dee dubitare, che facendosi ciò con buona regola, non sia per mantenersi in eterno possesso di tributare l'acque proprie al suo Sovrano.

La sicurezza pure è manifesta dal detto sin ora in risposta degli articoli

coli proposti dall' EE. VV., onde per questi due capi non si può temere, che non sia rimedio realissimo.

Che poi il mettere il Reno nel Po sia rimedio adequato a tutti li danni a destra del Po di Primaro, dipende dalle seguenti osservazioni.

Tutte le bonificazioni si fanno o per essiccazione, o per alluvione. Per essiccazione, quando si ha luogo basso, dove derivare l'acque stagnanti sopra i fondi bonificabili, come s'è praticato in quelle di Mellara, Bergantino, Stienta ec. sulla sinistra del Po, ed in quelle del Polesine di Ferrara alla destra. Per alluvione poi, quando i fondi sono tanto bassi, che non possono avere lo scolo o al mare per la molta distanza, o poca caduta, o in qualche fiume reale di gran fondo per mancanza di esso in quei contorni.

Essendo che li terreni a destra del Po di Primaro sono di diversa condizione, bisogna perciò distinguere quelli, che non sono bonificabili che per alluvione. Certo che la valle del Poggio di Marara ec. se non per lo passato, almeno oggi è tant' alta di fondo, che può quasi del tutto essiccarsi, derivando l'acque vive del Renò nel Po grande, e regolando gli scoli verso quella parte, che più si credesse opportuna, la quale noi pensiamo possa essere il canale della navigazione trà Bologna, e Ferrara. Se poi fosse praticabile di voltare anche la Savena nel Po medesimo, non v'ha dubbio, che si scoprirebbero tutti li terreni situati a destra del Po d'Argenta, fino tutto il Traghetto; ma supposto che ciò non sia fattibile o per la lunghezza della strada, o per l'intersecazione de' due Polesini, bisogna voltare il pensiero alla considerazione, se la caduta di questo fiume al mare sia tanta da sperarne buon successo.

Noi troviamo la caduta di Savena dal dosso del Penna sopra il pelo alto di Primaro immediatamente sotto il Cavedone di Marara piedi 8. 3. 8., come nel Sommario 22. della nostra Scrittura: ci par pure di poter determinare la caduta del detto pelo di Primaro sopra il pelo basso del mare piedi 17. 8. 3.: adunque la caduta del dosso del Penna sopra il pelo basso del mare sarebbe piedi 25. 11. 11. Tal caduta al certo non è sufficiente per portare la torbida della sola Savena al mare; ma dovendosi unire con gli altri fiumi inferiori Idice, Quaderna ec., può essere, che tal caduta per tutti bastasse, particolarmente se si ritornasse il Lamone nel Po a S. Alberto, che servireb-

be per cavargli maggiormente il fondo, ed aggiungere caduta proporzionale a' fiumi superiori.

Sia quello, che si voglia intorno a questo particolare, certo è, che siccome in tutti li tempi è sempre stato creduto, che le valli superiori possano bonificarsi per essiccazione, così è stato tenuto per fermo, non potersi far ciò nelle inferiori che per alluvione; e perciò a tal fine furono al tempo di Paolo Quinto voltati tutti li fiumi inferiori nelle valli a destra di Primaro, acciò riempiendole, acquistassero coll' elevazione de' proprj fondi la necessaria caduta per iscolare l' acque proprie, e facessero sponda a' fiumi, che vi scorrevano dentro. Se ciò si sia sufficientemente ottenuto, lo sapranno meglio di noi i Signori Romagnoli, che hanno la pratica del Paese, e della misura delle alluvioni seguite; il che principalmente dipende dall' osservare, se li fiumi Senio, e Santerno, dopo la loro introduzione nel Po di Primaro, abbiano stabilito il proprio fondo, o pure continuamente lo elevino; perchè da ciò può dedursi ciò, che dovesse succedere a quelli, che sboccano in Marmorta, ed a Savena medesima.

Perciò o gli alzamenti seguiti nelle valli inferiori sono sufficienti, o no. Se sono sufficienti, divertito che sia Reno nel Po grande, basta attendere al regolamento de' fiumi inferiori, ed a quello degli scoli, che vi stanno intermedj, e s' avrà una bonificazione adequatissima. Se no, bisogna dire, che non è ancora venuto il tempo da consolare intieramente li popoli di quella parte, ma non perciò dovere trascurarsi di sollevare gli altri, che possono avere il rimedio facile, e pronto.

In ogni caso, quand' anche la rimozione del Reno accennata non fosse rimedio adequato, e curativo di tutti li mali, non lascia però d' esserlo universale ( che è la quarta intelligenza del reale ), perchè ognuna delle tre Provincie non lascierà di sentirne molti buoni, e desiderabili effetti.

## Rispetto a Bologna.

PRimo, assicurerà il suo territorio dalle rotte, che ora possono seguire dal luogo della diversione in giù.

Secondo, escavandosi a quel segno, che si prova dalla delineazione della cadente, l' alveo del Reno, cesserà la necessità, che presentemente si ha di alzare maggiormente gli argini, e di costituirne de' nuovi. Ter-

Terzo, si renderà lo scolo perduto a' terreni, che hanno l'esito immediato nell'alveo del Reno, come quelli di Bisana, e gli altri situati nella Penisola fatta dalla confluenza di Reno, e della Samoggia, e tal benefizio è evidente, che non si può ottenere, che dall' introduzione del Reno nel Po.

Quarto, non si spanderanno più sulla ripa destra del Reno verso le valli del Poggio le piene del Reno, e perciò:

Quinto, non s'avanzeranno più l'inondazioni all' insù, come hanno fatto fino al presente, anzi si riacquisteranno i terreni perduti, e si scopriranno molti altri, che non hanno mai veduto l'occhio del Sole.

Sesto, gli scoli avranno esito felice.

Settimo, i molini della Ca Giojosa, e gli altri situati sul canale Naviglio dal Bentivoglio in giù acquisteranno le sue cadute a benefizio de' Popoli abitanti in que' contorni.

Ottavo, si stabilirà una navigazione perpetua, e continua, senza bisogno di Traghetti non solo da Bologna a Ferrara, ma fino a Venezia.

Nono, la Valle di Diolo resterà esente da' regurgiti di quella di Marara, a' quali presentemente è soggetta; e se si regolasse la Savena, resterebbe intieramente bonificata.

Decimo, la valle di Marmorta restando esente dalle Pavesane di Reno, non si eleverebbe più alla gonfiezza presente; e potrebbesi in gran parte ridurre a coltura, regolando, e stabilendo le linee a' fiumi Idice, Quaderna, e Sillaro, e liberandola da' regurgiti de' fiumi inferiori col benefizio delle chiaviche.

Undecimo, si restituirebbe la pristina salubrità all' aria, ora infettata dagli avanzamenti, ed accostamenti della valle alla Città; ed in fatti ora riesce di certo pericolo abitare la pianura l'estate, perchè la maggior parte di quelli, che vi si portano a villeggiare, ritornano alla Città infermi, cosa ne' tempi andati insolita in questi paesi.

## Rispetto a Ferrara.

PRimo, s'assicurerà da tutte le rotte a sinistra del Reno, alle quali ora è così soggetta, particolarmente nella Sanmartina; e sebbene dovrà

P 2 difen-

difenderſi da quelle a deſtra, ciò però ſarà nel breve tratto di 3. in 4. miglia, e poco ſarà il pericolo per la deficienza de' froldi.

Secondo, reſterà eſente dalle rotte, che poſſono ſuccedere a deſtra di Panaro nelle parti ſuperiori ſino al Bondeno, anzi per tutto il tratto, non avendoſi memoria, che dal Bondeno in giù ſieno ſuccedute mai rotte.

Terzo, aſſicurerà, oltre la Sanmartina, anche tutto il reſto della riviera a deſtra del Po di Primaro.

Quarto, acquiſterà un gran tratto di paeſe dentro il circondario delle valli di Marara, ora vallive, e Boſchino; e tutto il terreno ſituato ſulla ripa deſtra del Reno da Gallino in giù reſterà eſente dalla di lui inondazione, e ridurraſſi ad una perfetta, e ſicura coltura.

Quinto, ricupererà la navigazione con Bologna reſa diſperata nello ſtato preſente di coſe, nella conformità detta di ſopra.

Seſto, con disfare le valli del Poggio, e di Marara ſi renderà molto più ſalubre l'aria della Città di Ferrara, e ſe l'allontanamento della valle Sanmartina le ha apportato in queſto particolare tanto beneſizio, quanto ne può ella ſperare dall'eſſiccare l'altre del tutto?

Settimo, ſi libererà anch'eſſa dalla ſpeſa del continuo rialzo degli argini del Reno ſul proprio territorio, anzi ſi porrà in ſicuro da un evidente precipizio, che col tempo le minaccia Reno ritenuto nella parte di ſopra della Città; perchè dovendoſi ſempre più elevare di fondo, arriverà a tant'altezza, che non potrà più trattenerſi fra gli argini.

Ottavo, ſi diminuiranno li pericoli, che apporta l'acqua di Reno corrente da Primaro al Poleſine di S. Giorgio; e ſi ſcemeranno di molto, ſe pure non ſi toglieranno affatto, le ſorgive, che inſteriliſcono.

Nono, le valli di Comacchio ſi renderanno eſenti, ſe non intieramente, almeno in parte, dai pericoli delle rotte; il che ridonda in ſicurezza degli ſcoli del detto Poleſine.

Decimo, nel circondario delle valli di Marmorta ſi acquiſteranno molti terreni, parte perduti, parte ſempre ſtati vallivi.

Undecimo, la terra d'Argenta reſterà ſollevata dal timore, e dal danno, in che ora ſi trova.

Riſ-

## Rispetto alla Romagna.

PRimo, si libererà dalle espansioni, che si fanno a destra del Po di Primaro, o perchè il Po predetto non si eleverà tanto, come ora, o perchè, rimosso il Reno, può essere lasciata in libertà da difendersi con argini, e perciò:

Secondo, si scoprirà gran quantità di terreni ora perduti, tanto nelle valli di Marmorta, quanto nelle inferiori.

Terzo, si migliorerà di scolo incomparabilmente, e li condotti non così presto s'interriranno, come adesso a causa delle espansioni del Po.

Quarto, si sminuirà il pericolo delle rotte ne' fiumi Senio, e Santerno per avere più felice lo scarico, e potrà arginarsi quest'ultimo fino al suo sbocco, con utile grandissimo delle campagne adjacenti, le quali ne' siti bassi potrebbero godere il benefizio delle alluvioni per via di chiaviche.

Quinto, il miglioramento dell'aria anco in questa parte non è sprezzabile.

Sesto, s'assicureranno le bonificazioni fatte in questo secolo, le quali per altro sono in pericolo di perdersi per accrescersi sempre più l'acqua del Reno nel Po di Primaro.

Settimo, molti molini perduti per mancanza di caduta torneranno al suo essere primiero per l'abbassamento dell'acqua del Po.

Vi saranno forse altri considerabili benefizj, che a noi non possono esser noti, perchè privi della necessaria esattissima informazione della Romagnola, e Romagna; ma questi potranno esser notificati all'EE. VV. dai Signori Ravegnani, che sapranno bene esattamente rappresentarli.

## Circa il secondo.

LA spesa della rimozione del Reno dalle valli, ed introduzione nel Po non può precisamente determinarsi senza un'esatta livellazione de' terreni, per li quali si dee fare il di lui alveo, la quale non essendo ora stata fatta, nè accordata l'antica de' Signori Ferraresi, non può determinarsi cosa veruna. Immaginandoci però, che per ora possa bastare all'EE. VV.

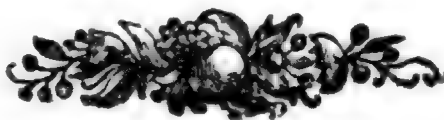
a un

a un dipresso la notizia della quantità di detta spesa, non lasciamo di rammemorar loro, che a carte 131. della nostra *Raccolta di varie Scritture ec.* si trova calcolata la spesa necessaria alla sesta diversione di Monsignor Corsini, che ascende alla somma di scudi 162364., dalla quale nella nostra ultima proposta dovrebbero detrarsi scudi 30000. per le chiaviche di Burana, e Botte sotterranea per il Canalino di Cento, ed altri scoli, spesa non necessaria nel nostro caso, in maniera che si ridurrebbe a scudi 132364. S'aggiunge, che molto meno costa per la di lei maggior brevità ec. la costruzione dell' alveo per la nostra ultima linea; ma computando l'eccesso per quello si dovrebbe spendere in elevare gli argini del Canalino di Cento, si crede, che la spesa poco si scosti dai scudi 132364.

Similmente a cart. 31. si calcola la spesa necessaria per la diversione di Reno da Mirabello a Palantone scudi 235526.; ma circa la metà basterebbe nella nostra linea, avanzandosi tutto l'alveo dal Po di Ferrara sino a Palantone.

S'avverte, che l'alzamento degli argini del Po, quando fosse creduto necessario per l'accrescimento dell'altezza nelle piene, con tutte le abbondanze, che immaginabilmente si possan dare, non ascenderebbe mai alla spesa di scudi 80000.; dal che si conosce, che computando la spesa necessaria per la diversione di Reno, per l'alzamento degli argini del Po, per la navigazione, per lo regolamento de' scoli ec., non oltrepasserebbe mai, anzi non arriverebbe a scudi 250000., spesa tollerabile, e facile ad esigersi o in frutto, o in capitale senza veruno reclamo dalle Provincie interessate.

Finalmente quando venisse il caso, si farebbero esattissimi scandaglj, e siamo certi, che da essi apparirebbe la spesa molto minore dell'enunciata.



A N-

# ANNOTAZIONI

## De' Bologneſi al foglio de' Signori Ferrareſi ſopra i punti I., e II., che ſono:

I. *Se la nuova linea indipendentemente dalla caduta de' mezzi, quella, che ha dal termine* a quo ad quem, *ſia ſufficiente per condurre l' acqua al mare.*

II. *Con qual regola debba proporzionarſi il nuovo alveo, e ſe in eſſo potranno mantenerſi incaſſati li fiumi, che vi s' introdurranno.*

## Circa il primo.

*Al* §. *primo.* LA lunghezza della linea, che moſtra la pianta comunicata, è di miglia 70. di Ferrara, e di Bologna qualche coſa di più di miglia 49. Noi la ſupponemmo nella noſtra prima Scrittura miglia 55., quale ce la moſtrano le carte Geografiche, e la diſtanza itineraria. Ora aſſumendo queſta li Signori Ferrareſi, biſogna ſi dichiarino di quali miglia parlino, acciò ſi poſſa fare il calcolo della caduta.

*Al* §. *ſecondo*. La caduta della linea dal punto della diverſione del Reno fino al pelo baſſo del mare è ſtata da noi calcolata dalle miſure preſe nella viſita piedi 73. 9. o.; ed accreſciuta di piedi 8., rieſce piedi 81. 9. o; non ſappiamo però con qual fondamento venga calcolata in queſto §. piedi 88. 8. o.

Gli Autori, che parlano della caduta neceſſaria de' fiumi torbidi, ſtabiliſcono la ventiquattreſima della centeſima di tutta la lunghezza, e noi l' impugniamo, quando ſi parla di ſola torbida; ma quando ſi tratta del fondo ghiaroſo, l' eſperienza dimoſtra l' aridità, come appariſce dalle livellazioni aſſerite nella noſtra Scrittura. Che poi il fondo dell' inalveazione nuova ſia per riuſci-

re

re ghiaroso per lungo tratto apparisce dalla visita a car. 240. 241. 247. 254, e 276.

Ma facciamo anche il calcolo della caduta necessaria, secondo la predetta supposizione. La lunghezza di tutta la linea a misura di Bologna è miglia 49., cioè pertiche 24500., la centesima parte è 245., e la ventiquattresima parte è 10. $\frac{1}{2}$: vi vorrebbero adunque pertiche 10. $\frac{1}{2}$ di pendenza, o siano piedi 105.; noi ne abbiamo 81. 9: adunque ne mancano piedi 23. 3. di Bologna. Facendo poi il calcolo a misura di Ferrara, miglia 70. sono pertiche 23333.; la centesima è 233. $\frac{33}{100}$, e la ventiquattresima parte di questo è pertiche 9. $\frac{3}{4}$, che sono di Ferrara piedi 93. $\frac{1}{2}$; ma noi non ne abbiamo, che piedi 81. 9. di Bologna, che sono di Ferrara piedi 76. 7. 9.: adunque ne mancano di Ferrara piedi 20. 10. 3. L'equivoco de' Signori Ferraresi in dire, che la caduta è soprabbondante, consiste in avere calcolate le misure di Bologna, e di Ferrara senza ragguaglio.

*Al §. terzo*. Si assume quì da' Signori Ferraresi la dottrina da essi rigettata, quando si trattava della linea di Reno al Po grande circa la mutazione delle cadenti, e dal principiare la delineazione di questi al di sotto: desideriamo, che ciò s'avverta, e s'applichi al Panaro, e al Po grande, ed aggiugniamo, che la mutazione delle cadenti è vera; ma bisogna dimostrare, che questa basti a consumare li piedi 103., once 3., che mancano, sul supposto che debba la nuova inalveazione portarsi la sola torbida al mare, e non corra per fondo ghiaroso, e di più tutta quella, che è necessaria per correre sopra la ghiara per un tratto almeno di miglia 17. di Bologna, quanta è la distanza dal Reno al Sillaro.

Per determinare quanto importi la mutazione delle cadenti non giova punto la livellazione, tutto che esattissima, de' mezzi; anzi fin ora non s'ha regola veruna nè dimostrata, nè indicata della proporzione, dalla quale si diminuiscono le cadenti per l'aggiunta di nuove acque, non potendosi asserire altro sopra ciò, se non che esse si rendono successivamente minori.

Cir-

# Circa il fecondo.

*Al §. primo.* A Noi non fembra buona la regola di fare l'aggregato della larghezza de' fiumi, che debbono unirfi, a dedurne da effi quella dell'alveo comune, fecondo la proporzione indicata dalla natura in un cafo fimile, dipendendo la larghezza dalla refiftenza delle ripe o maggiore, o minore, che varia, fecondo che varia la condizione del terreno, che le forma; e lo fteffo fa molto cafo nella mutazione delle cadenti; anzi non fi ha nota proporzione veruna fra l'altezza, e la larghezza del medefimo fiume in tutti li fiti, e d'un fiume coll'altro, come apparifce dalle mifure di effa: l'altezza del Po alla fua larghezza è come 1. a 22. $\frac{1}{2}$; quella di Reno, affumendo l'altezza di piedi 10., come 1. a 18.; quella di Panaro come 1. a 6.

*Al §. fecondo.* Mentre da' Signori Ferrarefi non fi giudica vera la dottrina allegata in quefto §., chiaro apparifce la dubbietà, nella quale effi fi trovano di proporzionare l'alveo a diverfi fiumi uniti, fenza levar loro la quale, non è dovere impegnare i popoli a fpefe sì eccedenti, quali fono le neceffarie per l'efecuzione della propofta diverfione. Per altro, quando ammetteffimo per dimoftrata, come veramente è, tale dottrina, non lafceremmo di far vedere l'impoffibilità di applicarla al cafo prefente.

*Al §. terzo.* Se il metodo foffe buono, non avremmo difficoltà in concedere, che a caufa del poco di più, che può portare feco l'applicare le dottrine aftratte alla materia, s'abbondaffe in cautela, con dare qualche maggiore larghezza all'alveo; ma perchè il metodo è faciliffimo, potrebbe darfi il cafo, che tutte le abbondanze foffero anche fcarfe con gran pregiudizio di tutti.

*Al §. quarto.* La livellazione, che tanto fi defidera da' Signori Ferrarefi, non moftrerà che la fituazione del mezzo, non mai nè la fituazione de' fiumi, nè la larghezza de' medefimi, nè la profondità ne' corpi d'acqua ec.; e niente di quefto può baftare per determinare nè la larghezza, nè la profondità dovuta alla nuova inalveazione, che è la materia di quefto punto; e perciò non è neceffaria, ma fuperflua, fe prima non fi moftra evidente la fituazione della cadente, in relazione del-

la quale poi si può vedere se li mezzi sono adattati a fare la sponda dovuta all'incassamento desiderato, e che la caduta in corpo sia sufficiente al bisogno.

# ANNOTAZIONI SECONDE

## *De' Bolognesi sopra le risposte date dai Signori Ferraresi agli obbjetti fatti loro ne' foglj, e nel congresso dei 12. Agosto 1693. circa li punti I., e II.*

ALla risposta della prima obbjezione si replica, che la lunghezza della linea, sia di miglia 49., oppure 47. $\frac{1}{2}$, porta poco divario; che la livellazione non vi ha che fare per determinare la lunghezza di essa che per accidente; ma che la pianta già esibita è determinata a quest' effetto: che supponendosi errore nella pianta, non si può poi nè anche prestar fede alla livellazione, che si dimanda replicatamente, benchè affatto inutile, e superflua, se prima non si prova l'evidenza di determinare la situazione della linea cadente propria *ex natura rei* di questa inalveazione.

La caduta poi di piedi 9. 3. 3. asserita in questo luogo è una manifesta fallacia, perchè fondata sopra una parte di livellazione da' Signori Ferraresi ripudiata nella visita a cart. 123, e 124. sotto li 27. Febbrajo anno corrente *1693.*, e perchè paragonata ad un'altra parte di livellazione fatta d'accordo, doveva assumersi o l'una, o l'altra intiera, o (quello, ch'era più proprio) valersi delle misure fatte d'accordo dalle parti registrate nella visita in forma autentica, e più sicure, per esser fatte la maggior parte ad acqua stagnante; e queste non danno che piedi 81. 9. 0., che divisi in miglia 47. $\frac{1}{2}$, sono piedi 1. once 8. $\frac{62}{64}$ per miglio, inferiori anche al bisogno, come si dimostrò nell'altro nostro foglio sopra questi punti.

Alla risposta della seconda opposizione, che dato che il rimedio insegnato dal Padre Michelini per mantenere la rettitudine a' fiumi, che corrono in ghiara, fosse ottimo, e certo, è però di spesa così eccessiva, da far

per-

perdere la volontà a chi si sia di metterſi in neceſſità di praticarlo; in ogni caſo ſi potrà aggiugnere anche queſta conſiderazione per fare il calcolo della ſpeſa, come ſi diſſe da noi nel congreſſo.

S'aggiugne un altro equivoco fatto in queſta riſpoſta, che è il paragonare la manutenzione di circa 100. miglia d'arginatura, o di cavo da farſi per queſta inalveazione. Si avverte però, che le coſe fatte ſi mantengono con poco, benchè ſieno di lungo tratto; ma le nuove non ſi fanno, che con ſpeſe eccceſſive, benchè di lunghezza minore; e poi chi aſſicura della ſuſſiſtenza?

Alla riſpoſta della terza oppoſizione ſi ſoggiugne, che non vale, riſpetto al Po, l'eſempio del Lamone, e d'altri fiumi minori, bensì riſpetto a queſta nuova inalveazione. La diſparità ſi è l'aſſerita da noi nel congreſſo, che il Po coll'unione di tante acque è giunto a farſi tanto di forza da eſcavare il proprio fondo a forma orizzontale; al quale ſtato non arriverà mai l'inalveazione propoſta, comecchè deſtinata a ricevere ſoli torrenti, che tutti aſſieme non equivarranno ad una decima parte del Po grande, e non hanno acque perenni, come il primo; onde riſpetto a queſta inalveazione dovrà avere qualche pendenza di fondo fino allo sbocco, e per conſeguenza al prolungarſi della linea dovrà renderſi neceſſaria maggior pendenza; coſa, che non ſuccede nel piano orizzontale del Po. Onde è manifeſto, che l'argomento de' Signori Ferrareſi è preſo tutto al contrario, ſupponendo eſſi, che al prolungarſi de' fondi orizzontali ſegua interrimento di fondo maggiore, che al protrarſi degli alvei inclinati: coſa convinta di falſo e dall'eſperienza, e dalla ragione dimoſtrativa.

Niente poi ſuffraga il dire, che vi vorranno ſecoli a fare tale interrimento ſenſibile, e che il rimediarvi ſarà facile, perchè ſi farà appoco appoco; perchè conceſſo anche tutto, non potrà mai rimediarſi, che al ſolo capo delle inondazioni, non mai all'interrimento de' ſcoli, che ne ſuſſeguirà alla perdita delle cadute de' canali de' molini, al ſoggettarſi a ſcolare per mezzo di chiaviche, al pericolo, che ſi farà maggiore delle rotte ec., coſe, che in caſo proprio ſaprebbero li Signori Ferrareſi ampiamente deſcrivere.

Alla riſpoſta della quarta oppoſizione ſi replica, che la ghiaja nel caſo preſente fa li ſuoi danni limitati a proporzione della caduta, che

trovano li fiumi nelle parti inferiori, la quale scemandosi giornalmente, giornalmente anche accrescono li pregiudizj; ma minore caduta s'avrebbe dalla parte di Levante, che a Settentrione: adunque maggiori si sarebbero li danni per la nuova linea, che per la presente de' fiumi. Diversissimo è poi il caso, perchè li fiumi Reno, Savena ec., lasciata che hanno una volta la ghiaja, non più l'incontrano; onde si formano la cadente proporzionata alla sola torbida; ma nella nuova inalveazione continuerebbe per lo meno per 7. miglia ad aversi il fondo ghiajoso; e perciò li fiumi antecedenti sarebbero obbligati ad elevare il proprio fondo tanto da superare la cadente di ghiaja formata dall'ultimo de' fiumi, che la portasse.

Si paragona poi di nuovo la spesa del mantenere gli argini presenti de' fiumi con quella di riparare a' danni, che cagionerebbe la ghiaja, della quale si farà nuovo discorso più abbasso.

Alla risposta della quinta obbjezione si dice, che il nostro parlare iperbolico, in dire essere cosa impossibile il proporzionare coll'arte l'alveo a tanti torrenti, da noi si muterà immediatamente che ci sarà insegnato un metodo assicurato di farlo. Sin ora non lo crediamo tale, perchè non troviamo cosa, che ci soddisfaccia. Che poi l'ingegno umano sia per superare una volta questa difficoltà, non abbiamo motivo di dubitarne; ma se tale invento non si pubblica a' giorni nostri, saremo costretti di operare senza scorta, in determinare di tratto in tratto le larghezze all'inalveazione, di cui si discorre. De' due metodi insinuati da' Signori Ferraresi, già abbiamo detto il nostro sentimento e in voce, ed in iscritto; onde non stimiamo quì necessario ripeterlo.

Alla risposta della sesta opposizione, benchè non fatta da noi, si replica, che di già a tre cose è stato paragonato il mantenimento presente di 300, e più miglia di arginatura: primo, alla costruzione, e manutenzione di quella, che sarà necessaria a questa nuova linea: secondo, alla manutenzione della rettitudine dell'alveo: terzo, all'alzamento delle medesime arginature per l'alzamento del fondo dalla protrazione della linea; e quanto al riparo de' danni, che causerebbe la ghiaja, è stato asserito particolarmente l'insensibilità della proporzione, che ha la prima con ognuna dell'altre. Considerisi ora la manutenzione degli argini, e si proporzioni alle spese necess-

cessarie per tutti gli altri quattro capi insieme, e tornisi a ripetere, se si può, che la spesa della prima è molto maggiore dell'altre. Riflettasi bene, e si vedrà quanto ognuna delle spese, e pregiudizj derivanti da' quattro capi predetti superi la spesa, a paragone insensibile del mantenere le arginature presenti.

Alla risposta della settima opposizione non replichiamo, perchè non ci ricordiamo, ch'ella sia stata proposta da veruno.

# RISPOSTA

## De' Bolognesi agli Articoli III., IV., e V., che sono:

*I. Supposto che il nuovo alveo corra dentro terra, se avrà bisogno d'argini, e saranno necessarie chiaviche per lo scolo delle campagne.*

*II. Come agli scoli, che resteranno intersecati, o in qualsivoglia altro modo impediti, si possa rimediare.*

*III. Se vi sarà pericolo di rotte, e se da essi si dee temere danno notabile, ed in qual parte.*

## Circa il primo.

IL supposto, che il nuovo alveo debba correre dentro terra, si può intendere in più maniere, cioè o in tutto, o in parte. Se si dee supporre, che il fondo dell'inalveazione venga *ex natura rei*, o sia per disposizione di cadente tanto profondato sotto il piano della campagna, che il cavo sia sufficiente a contenere le massime piene de' fiumi rispettivamente uniti, certa cosa è, che in tal caso s'esclude la necessità degli argini, e delle chiaviche per iscolo delle campagne; ma tale felicità non può sperarsi

rarsi, dov'è così mancante la caduta, come s'è mostrato nell'esame del primo punto.

Supponendo poi, che l'inalveazione sia per seguire di tal maniera, che l'acque ordinarie corrano bensì fra terra, ma non già le piene, allora, perchè queste non si portino ad inondare le campagne, saranno necessarj argini di maggiore, o minore altezza, secondo che si troverà il piano della campagna restare più, o meno sollevato sopra il fondo futuro del fiume, e sarà pure di necessità valersi delle chiaviche per iscolo delle campagne.

Ma quì si dee avvertire, che per accertarsi della necessità degli argini, e dell'altezza di essi, bisogna prima stabilire a luogo per luogo l'elevazione, che ha d'avere sopra il pelo basso del mare il fondo dell'alveo, e con tal certezza, che non s'abbia a temerne, col tratto successivo del tempo, alterazione veruna; e secondo, quale sia per essere l'altezza massima delle piene sopra il fondo di già stabilito, altrimenti sarà sempre inutile l'intraprendere alcuna livellazione. E per dimostrarlo, suppongasi, che C D A sia l'andamento della campagna da Bologna al mare, ed A B il pelo basso di questo. Sia nota la caduta da C ad A piedi 81. 9., quella da D piedi 50, quella da E piedi 39. ec., e di più siano note le distanze da A da' punti H, G, F: certa cosa è, che le notizie delle cadute particolari de' punti C, D, E, che determinano la situazione de' piani di campagna, a nulla servono, se prima non è determinata la situazione della cadente I L M, per vedere quanto sotto la superficie della campagna debba profondarsi l'alveo, v. gr. I C, D L, M E, e se prima non si sa, se la profondità I C, D L, M E basti a fare spalla sufficiente all'altezza delle massime piene, o pure vi sia necessaria qualche elevazione d'argini sopra i punti C, D, E, per supplire al difetto della bassezza della campagna. Come che adunque la livellazione non può mostrare altro, che la situazione del piano del terreno in ordine all'altezza, che ha sopra il pelo del mare, e non mai quella della cadente I L M A, chiaro apparisce, che la livellazione de' mezzi nulla serve, che a spendere inutilmente il tempo, ed il danaro, se prima non si determina per altro mezzo la cadente dell'inalveazione, e l'elevazione delle massime piene.

*Tav. 19. Fig. 1.*

Cir-

## Circa il secondo.

GLi scoli delle campagne possono essere impediti in due maniere: primo, se il fondo dell'inalveazione dovesse restare superiore al piano delle campagne; ed allora non v'è altro rimedio, che quello delle botti sotterranee: secondo, se le sole piene avessero bisogno d'argini per essere spinte al mare; ed allora sarebbero necessarie le chiaviche, come si pratica nel Po, ed altri fiumi.

Se poi gli scoli, che mettono la foce al mare, fossero per esser impediti, si lascia considerare ai Signori Romagnoli, che hanno notizia della loro situazione, e de' quali è unico interesse.

Si rimette bene alla singolar prudenza dell'EE. VV. il riflettere di che dispendio sarebbe la costruzione di tante botti, e di tante chiaviche, e se egli è giusto, che li terreni vicini al monte, che godono il benefizio d'uno scolo naturale, sieno soggetti a scolare artifizialmente per via di chiaviche, e di botti.

## Circa il terzo.

SE nella nuova inalveazione non dovesse entrare ghiaja di sort'alcuna, e dovesse essere destinata a portare al mare le sole torbide, si potrebbe dire, che la vigilanza degli uomini potesse tener lontano ogni pericolo di rotte; ma ne' siti di fondo ghiajoso, come questo, di cui si tratta, non v'è arte sicura, che possa impedire le tortuosità, e le corrosioni: queste adunque necessariamente dovranno seguire, e facendosi in siti, dove sia bisogno d'argini, ecco il pericolo prossimo, e manifesto, essendo accertato dall'esperienza, che il riparo degli argini è troppo debole ne' fiumi, che portano sasso, e ghiaja.

Il danno poi susseguente alle rotte sarebbe tanto grande da non potersi descrivere. S'interrirebbero le campagne per la gran copia di ghiaja, e sabbia, che porterebbero; non avrebbero limite, che nel Po di Primaro, inondando tutte le campagne in dirittura fino a detto termine; si profonderebbero alvei per esse, s'interrirebbero gli scoli, si porrebbero in azzar-

do

do il Polesine di San Giorgio, e le Valli di Comacchio, le terre del Bolognese inferiore, e della Romagnola, la Città di Ravenna, e la Terra d'Argenta, la Città di Cervia, e le di lei Saline; e tanto maggiore sarebbe il precipizio, quanto che le rotte non sarebbero d'un fiume solo, ma di più uniti, e potrebbero succedere in sito, che li fiumi inferiori rivoltassero il corso proprio all' insù a correre per la rotta con precipizio evidente.

# ANNOTAZIONI

## *De' Bolognesi circa la replica de' Signori Ferraresi alla loro risposta agli Articoli III., IV., e V.*

*Al §. Al primo capo ec.* SI desidererebbe sapere la disparità tra Reno, Panaro, e gli altri fiumi, per vedere, se fa a proposito alla presente materia; e lo stesso si replica in ordine all' ingresso in Po grande.

*Al §. Circa poi ec.* La rotta seguita nel Montone l'anno *1636.* ec. come mai si prova essere proceduta dall' unione di questo col Ronco? Vi sono altre cause delle rotte de' fiumi, senza la supposta ora da' Signori Ferraresi, come è noto ad ognuno.

*Al §. Il Ronco ec.* L'essere alto il fondo del Montone più di quello del Ronco, non procede dall' essere trattenute l'acque del primo da quelle del secondo, ma dalla regola generale più volte allegata da noi, cioè che li fiumi minori hanno bisogno di maggiore caduta, che li più grandi, e concorda benissimo col fatto presente, perchè si confessa, che *il Ronco è di corpo d'acqua maggiore del Montone.*

*Al §. Perchè dunque ec.* Si confessa, che l'istesso fatto succederà in Reno, e Panaro, uniti che fossero assieme, cioè che il fondo di Reno in parità di condizione sarà sempre più basso del fondo di Panaro, s'egli è vero, che questo sia minore di quello. Ma s'aggiunge, che l'uno, e l'altro si scaverà di più di quello fosse per essere, andando ciascuno separatamente al Po.

*Al §. Al Secondo capo ec.* La verità del fatto si rimette all' osservazione.

zione. Certo è, che da noi più d'una volta s'è udito dire da' Bondenesi, che il Reno viene colle sue piene sei ore prima di Panaro, e non abbiamo avuto difficoltà a creder loro; perchè il Padre Riccioli asserisce lo stesso nella Geografia riformata lib. 6. car. 3. *Primo enim aqua perennis Panari copiosior est quam Rheni, ejusque excrescentiæ, seu plenifluvia, vulgo* le piene, *citius perveniunt, & horis sex circiter præveniunt Rheni plenifluvia.*

*Al §. Quanto al terzo capo ec.* Un alveo proporzionato a un corpo maggiore resta tanto più capace d'un corpo minore; onde quando venisse un solo de' fiumi, supposto che lasciasse anche qualche deposizione nell'alveo comune, all'arrivare delle piene unite, subito si sgombrerebbe ogn' impedimento. S'osservino altre simili unioni, e gli effetti di esse si trasportino al caso presente.

*Al §. Che il primo ec.* Quando s'addurranno le ragioni contrarie al detto da noi, non mancheremo di applaudirle, quando siano coerenti al fatto, ed alla natura de' fiumi.

*Al §. Si replica ec.* Non intendiamo ciò, che si voglia inferire.

*Al §. Al terzo supposto ec.* Se fosse vera la dottrina allegata, non bisognerebbe mai far taglio veruno; e pure gli Autori l'approvano per rimedio reale delle corrosioni, e non lo disapprova la pratica de' Signori Ferraresi, che l'hanno passato ne fecero due in Panaro, ed altri in altri tempi, e ne hanno proposti con sommi encomj in altre occasioni. Rispetto allo sbocco, di già abbiamo detto il nostro sentimento.

*Al §. Alla prima utilità ec.* Se si scaveranno gli alvei di Panaro, e di Reno, per qual ragione non vi sarà maggior corpo d'acqua, e per conseguenza migliore la navigazione? Certo per Panaro si va verso Modena, e per Reno verso Cento; e noi non abbiamo mai detto, che sia per facilitarsi la navigazione di sopra del Finale, nè che si debba avere per tutto, ed in tutti gli stati dell'acqua; ma solo che si renderà migliore in paragone di tutti gli stati ec.

*Fine del secondo Volume.*

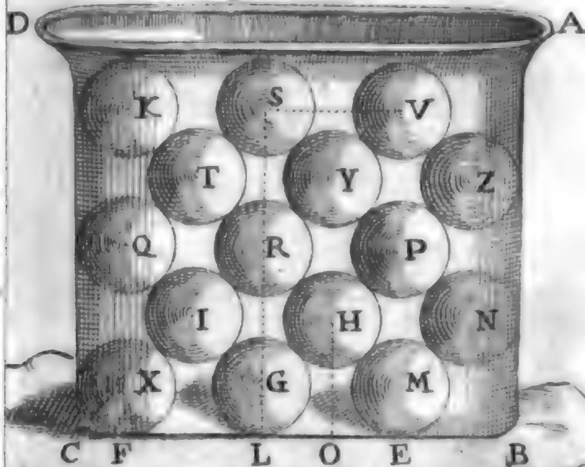




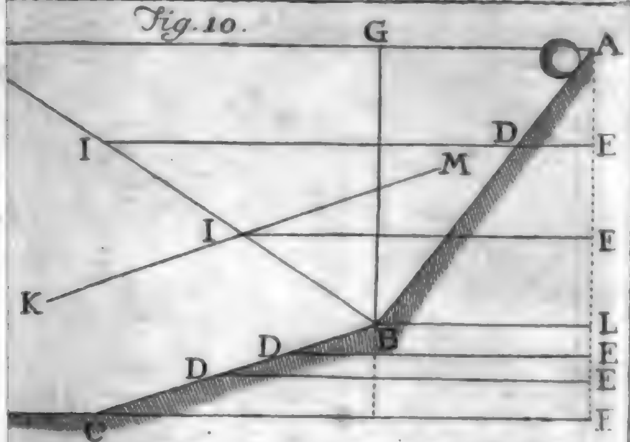
Fig. 4.




Fig. 7.







Fig. 10.
G
A
D
E
I
M
I
E
K
L
B
D
E
D
E
C
E

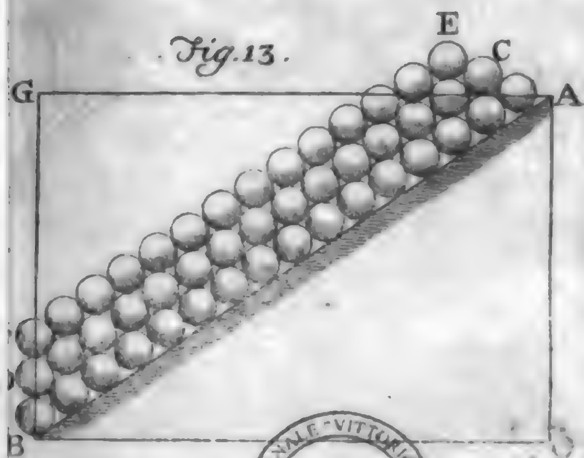

Fig. 13.
E
C
G
A
B



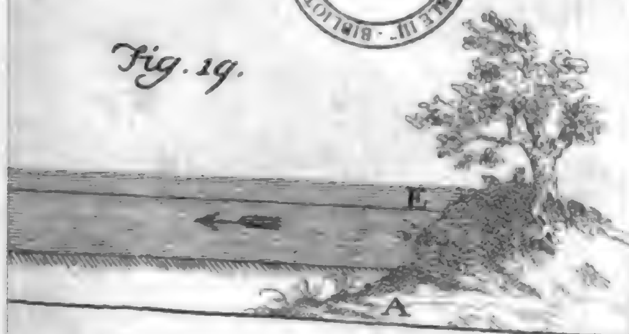



Fig. 18.

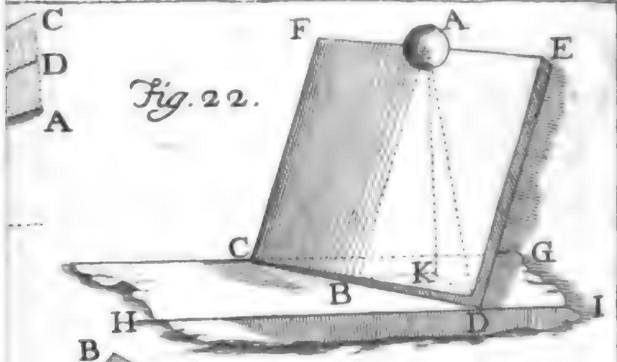


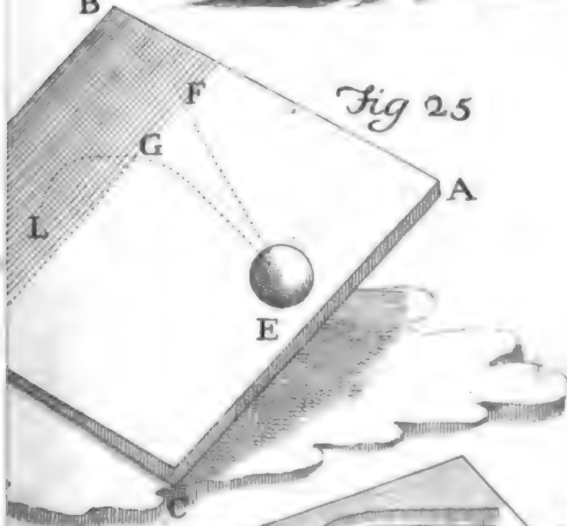


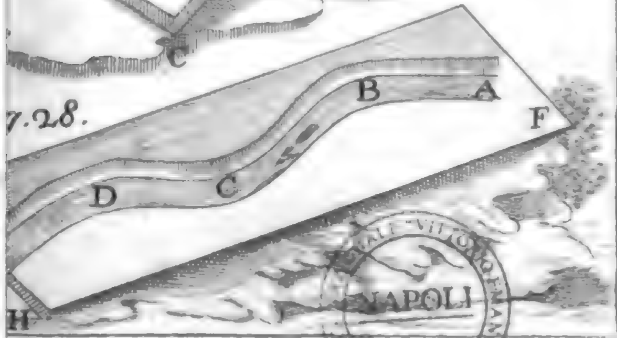




Tom. II.



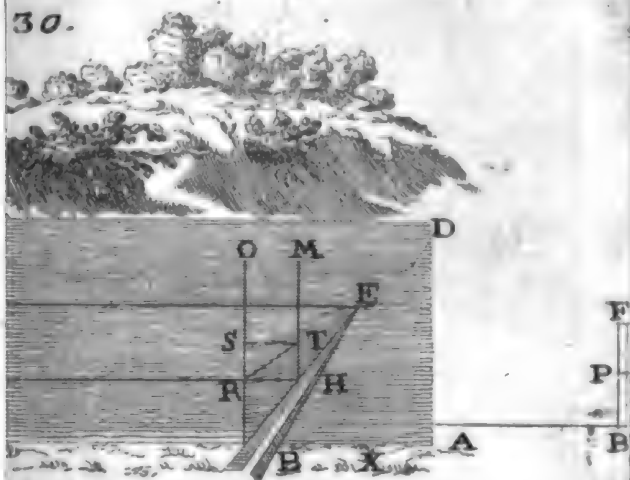



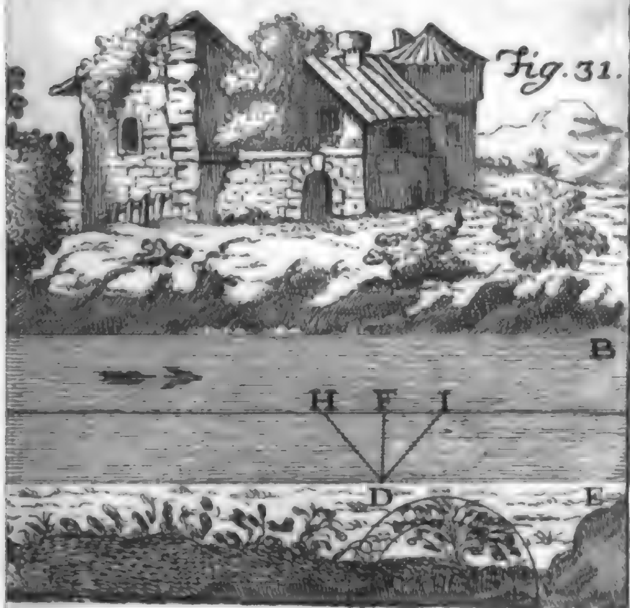






Tom. II.

30.



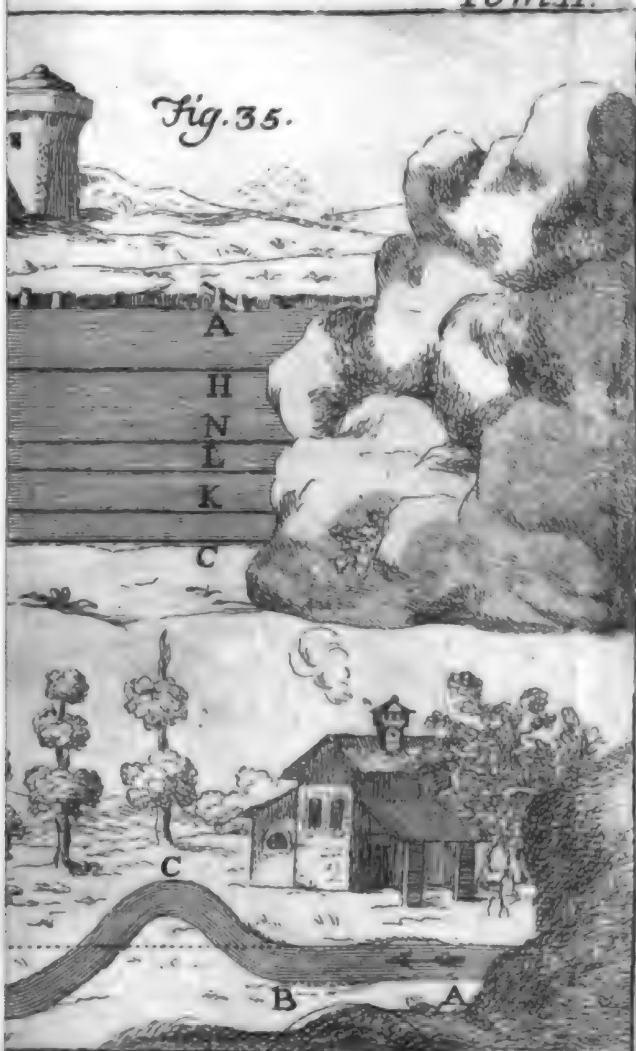




A
G
H
C

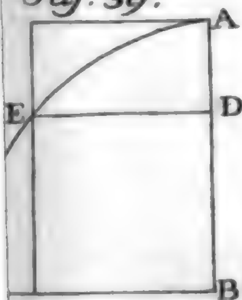

H
A

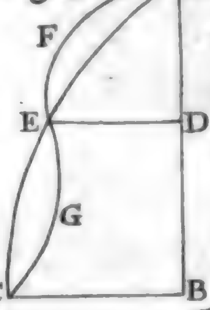


Tom.II.







Fig. 39.
A
E
D
B


Fig. 40.
A
F
E
D
G
C
B

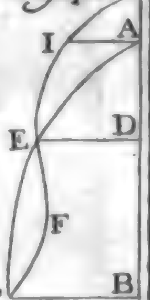
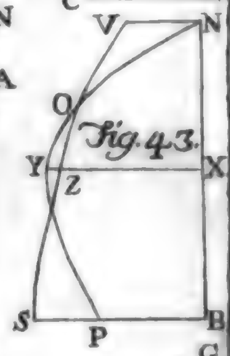
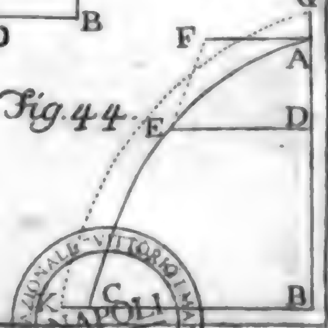
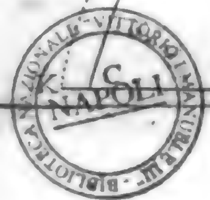

Fig. 41.
H
I
A
E
D
F
C
B


Fig. 42.
N
A
O
E
C
PD
B

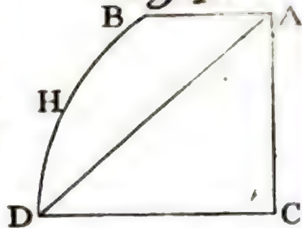

V
N
O
Fig. 43.
Y
Z
X
S
P
B

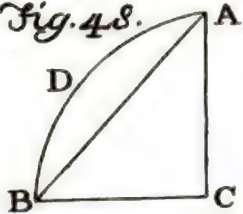

G
E
A

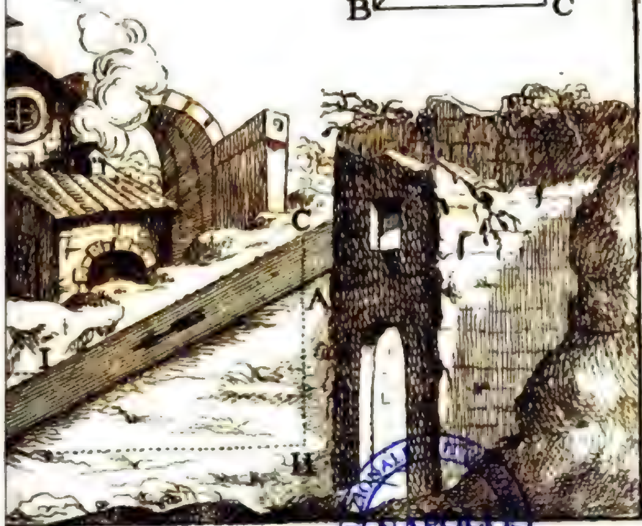

G
F
A
Fig. 44.
E
D
K
C
B




45.
D
F

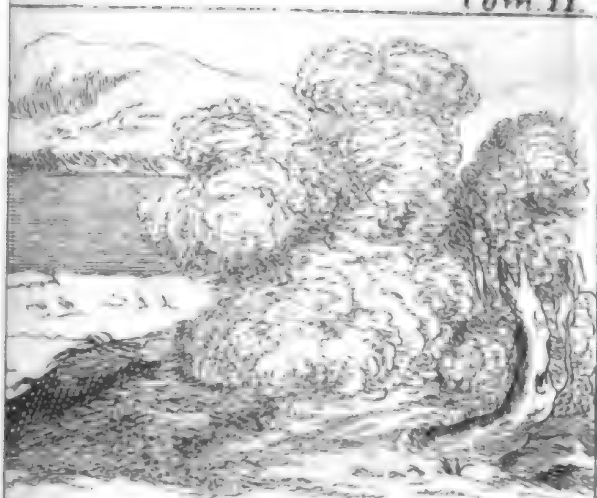

B
A
H
D
C

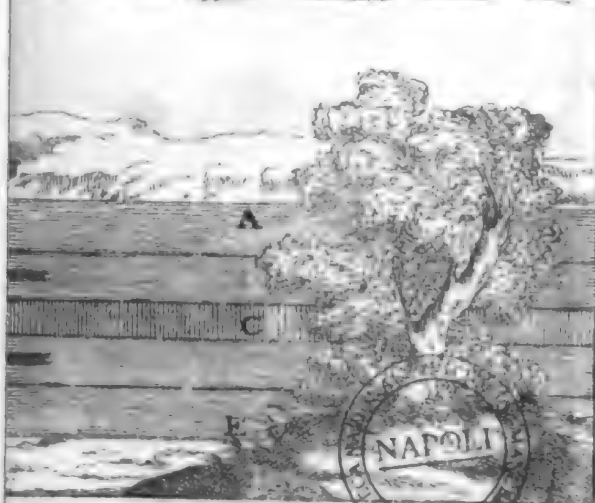

Fig. 48.
A
D
B
C


C
A
I
H

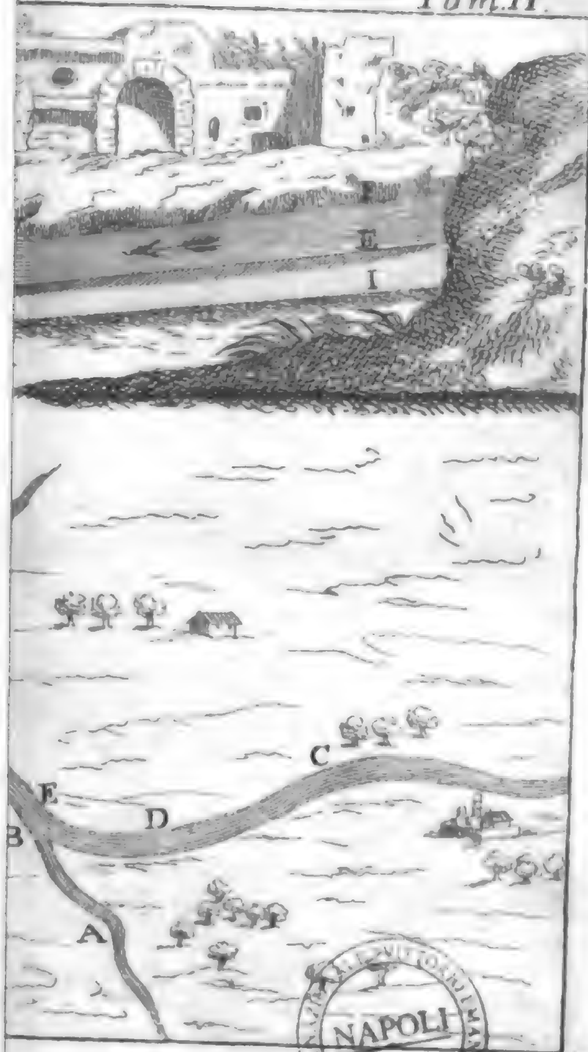


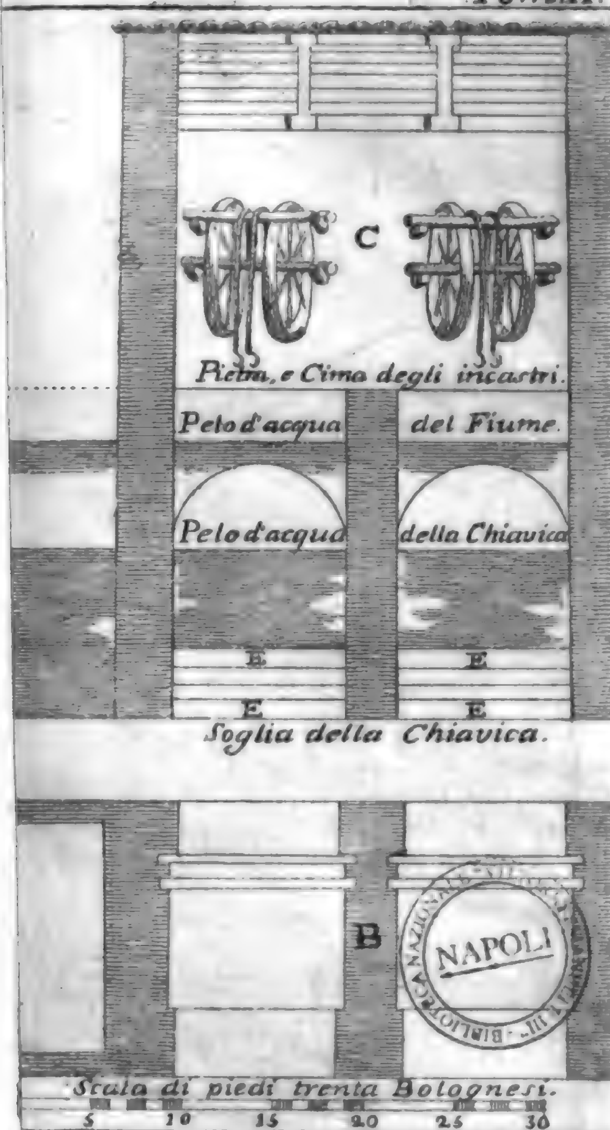
Tom. II.





Tom.II.



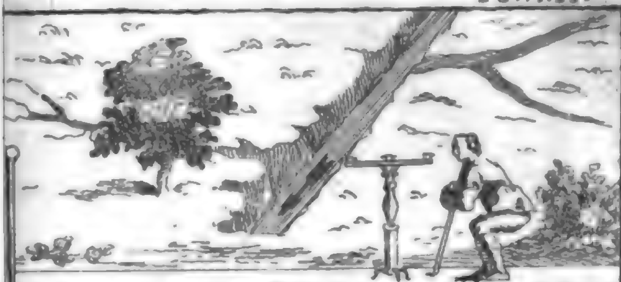


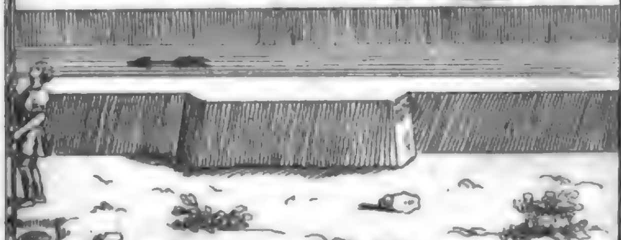



URA LIII.

*ndeno sul Ferrarese.*

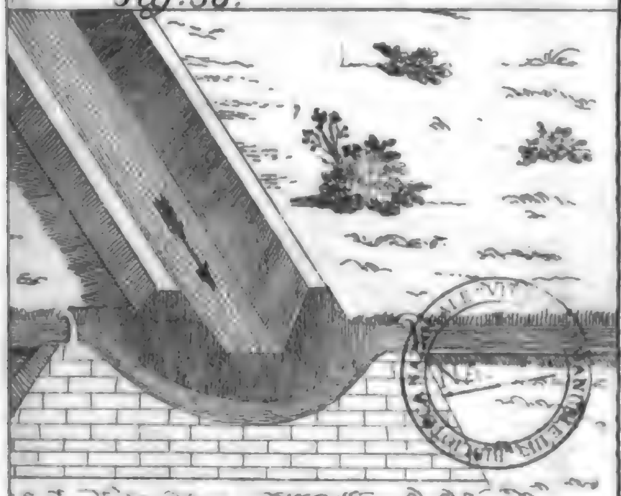
dalla lettera C, l'una delle quali è delineata a p
thè si possa vedere la maniera, colla quale essendo
a D, avvolge intorno del suo asse la corda, a cui
acino, che mandato giù, ed attaccato al Tavolone
l'abbassa, conforme al bisogno, il qual Tavolone
tro l'incastro F.





Botte sotterranea piana.

Fig. 56.



Botte sotterranea concava.






RA LVII.

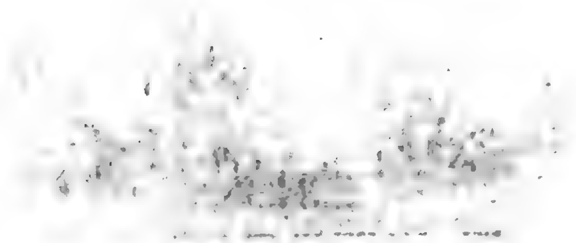
*Bologna sul Fiume Reno.*

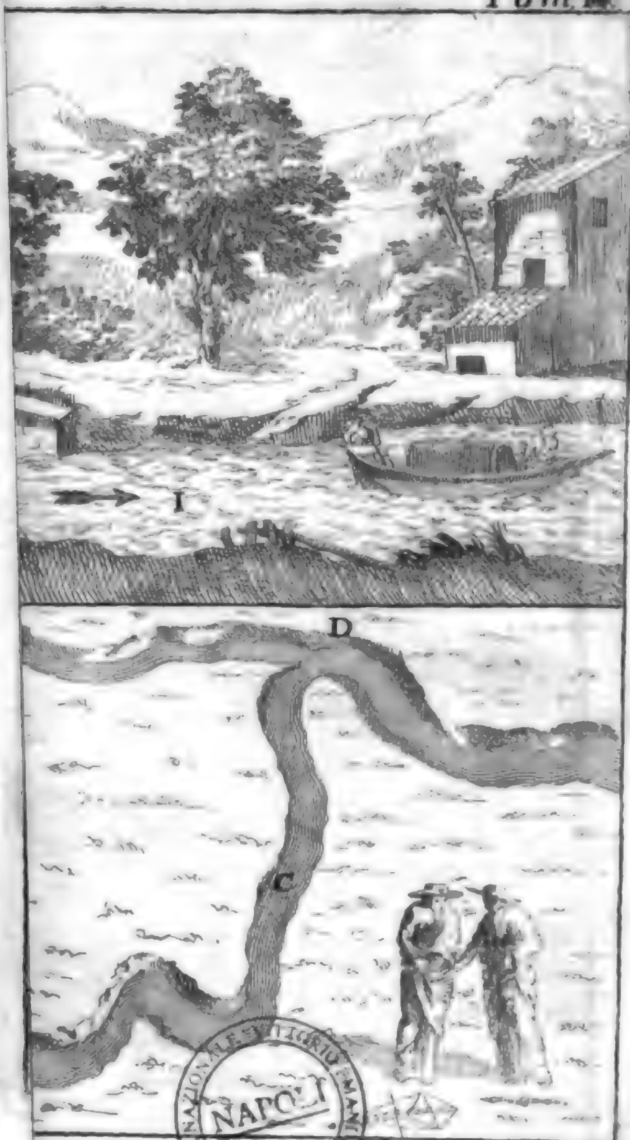
A rto detto del Prato, che serve all'uso medesimo, cl
F, escavando il canale da K fino in L; dopo il qua
molt'altri destinati al fine medesimo.

P a del canale, nella quale si trovano i paraporti, e d
a di fabbrica di muro, sul piano superiore della qua
paraporto all'altro, ed alla chiusa.

H o nella parte inferiore alla chiusa.










A LIX.

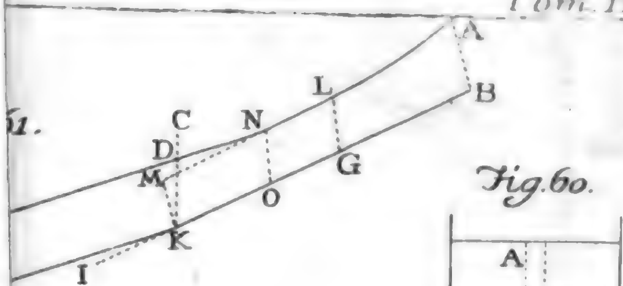
'ABC *lontano da Bologna un miglio.*

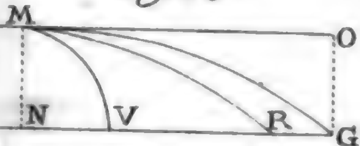
B C del Sostegno, la quale s'è delineata più bassa fia in fatto, acciò possa vedersi quella, che gli sta

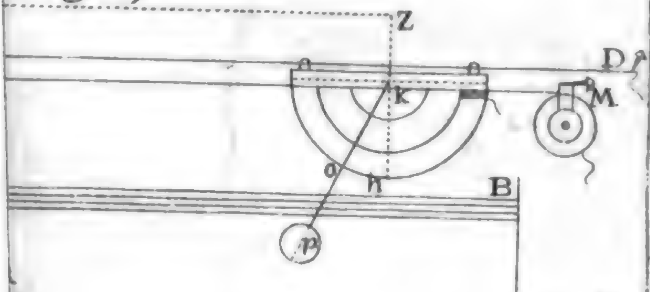
D E .

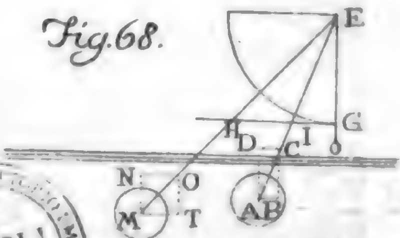
H e d'un paraporto, che serve sì per iscaricare l'acqua , come per mantenere scavato il fondo al canale

ore al Sostegno.


61.
A
B
L
C
N
D
M
G
O
K
I
Fig. 60.
A
B
F


Fig. 63.
M
O
N
V
R
G


Fig. 69.
Z
D
K
M
B
p


Fig. 68.
E
G
H
I
D
C
N
O
M
T
AB



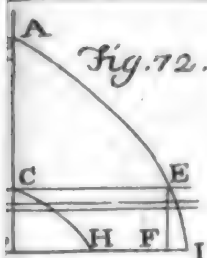


Fig. 72.

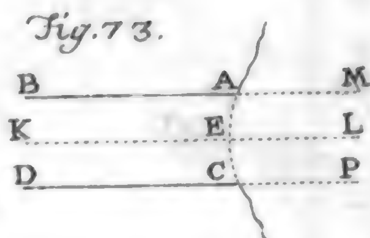


Fig. 73.

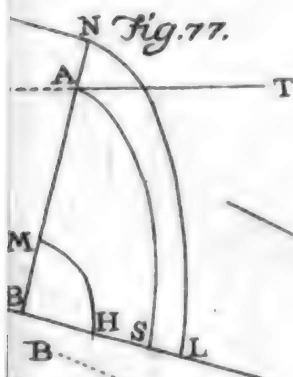


Fig. 77.

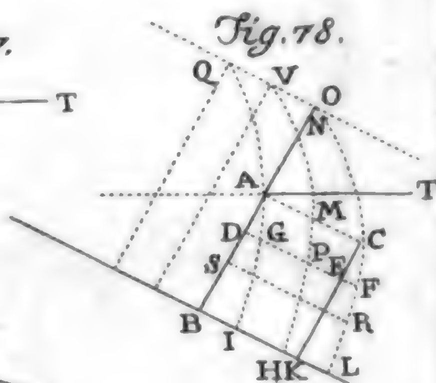


Fig. 78.

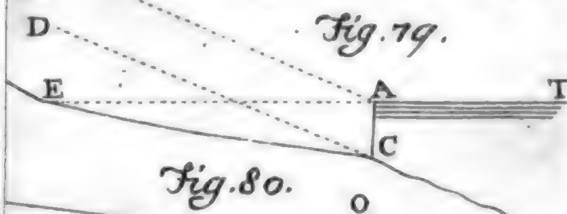
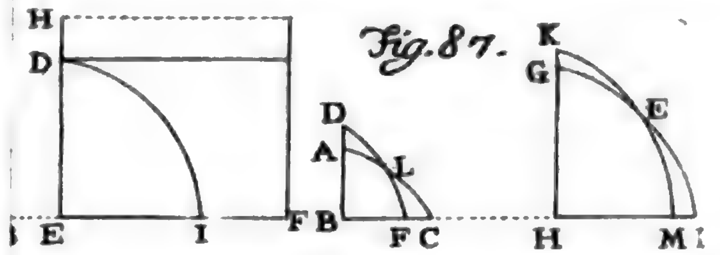


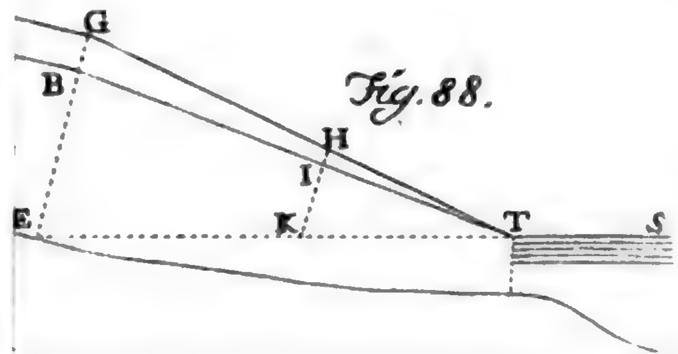
Fig. 79.



Fig. 80.




Fig. 87.
H
D
E
I
F
B
C
A
L
K
G
E
H
M


Fig. 88.
G
B
H
I
E
K
T
S

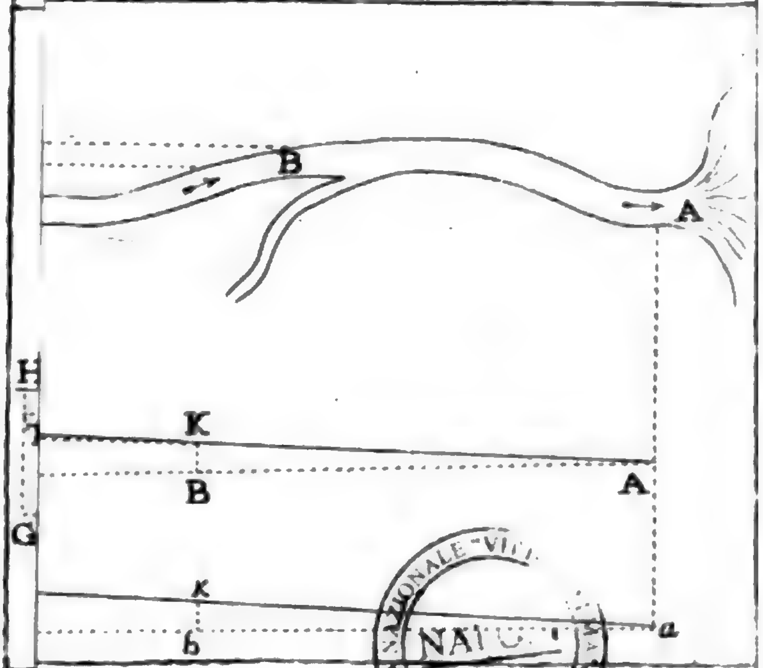
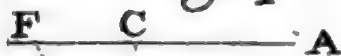

B
A
H
K
A
B
G
k
a
b






Fig. 4.




D




Fig. 6.

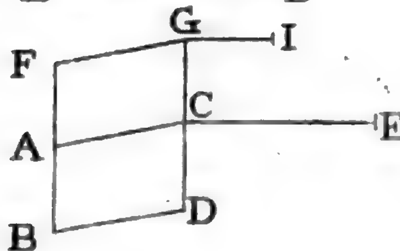



Fig. 7.





